

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**ESTUDO DO IMPACTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO SISTEMA
DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DA ETE SUL BRASÍLIA**

JORGE EUSTÁQUIO DE MIRANDA ARAUJO
MATHEUS CARVALHO DE JESUS

ORIENTADOR: OSCAR DE MORAES CORDEIRO NETTO

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM SANEAMENTO
AMBIENTAL**

BRASÍLIA / DF: SETEMBRO/2018

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ESTUDO DO IMPACTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO SISTEMA
DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DA ETE SUL BRASÍLIA**

**JORGE EUSTÁQUIO DE MIRANDA ARAUJO
MATHEUS CARVALHO DE JESUS**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

APROVADA POR:

**OSCAR DE MORAES CORDEIRO NETTO, Doutor. (ENC-UnB)
(ORIENTADOR)**

**ALEXANDRE KEPLER SOARES, Doutor – (ENC-UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**CARLOS DAIDI NAKAZATO, Mestre – (CAESB)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 19 de Setembro de 2018.

FICHA CATALOGRÁFICA

ARAUJO, JORGE EUSTÁQUIO DE MIRANDA

JESUS, MATHEUS CARVALHO

Estudo do Impacto das Águas Pluviais no Sistema de Tratamento de Esgotos da ETE Sul Brasília. [Distrito Federal] 2017.

xii, 71 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2018)

Monografia de Projeto Final – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Estudo de impacto operacional | 2. Tratamento de esgoto |
| 3. Interconexão drenagem-esgoto | 4. Sobrecarga de tratamento |
| I. ENC/FT/UnB | |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARAUJO, J.E.M.; JESUS, M.C. (2017). Estudo do Impacto das Águas Pluviais no Sistema de Tratamento de Esgotos da ETE Sul Brasília. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 71p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Jorge Eustáquio de Miranda Araujo e Matheus Carvalho de Jesus.

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Estudo do Impacto das Águas Pluviais no Sistema de Tratamento de Esgotos da ETE Sul Brasília.

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2017

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito dos autores.

Jorge Eustáquio de Miranda Araujo
CAUB 01 casa 06, Riacho Fundo II
71884-690 – Brasília/DF – Brasil

Matheus Carvalho de Jesus
SHA quadra 5 chác. 30, casa 13
71996-241 – Brasília/DF – Brasil

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar aspectos do sistema separador absoluto no âmbito da drenagem pluvial da cidade de Brasília, com base no estudo de caso da Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul. O estudo foi seccionado em duas etapas. Na primeira etapa, foram selecionadas oito chuvas de amostragem, para avaliar o comportamento das interconexões drenagem-esgoto por meio de parâmetros de análise para quantificar a extensão do fenômeno. Avaliando-se os resultados dos parâmetros analisados, foi observado se a ETEB Sul realmente sofre com um aumento da carga e opera acima de sua capacidade nos eventos chuvosos, caso isso fosse observado, seria evidente a existência das ligações clandestinas na rede de esgoto da cidade, ligações estas que fazem o sistema de tratamento da cidade não operar como foi concebido.

Constatado o problema das interconexões drenagem-esgoto, foi dado início à segunda etapa, em que foi realizado um estudo para avaliar os impactos operacionais e sobre os custos na ETEB Sul, considerando os principais fatores (consumo de energia elétrica, produtos químicos, manutenção e mão de obra), concebendo-se a proposição de uma alternativa viável para contribuir na solução do problema em questão.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA..... | 11 |
| 1.2JUSTIFICATIVA..... | 11 |
| 1.3HIPÓTESE..... | 12 |
| 1.4OBJETIVOS E METODOLOGIA..... | 12 |
| 2REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 14 |
| 2.1SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO | 14 |
| 2.1.1SISTEMA UNITÁRIO..... | 14 |
| 2.1.2SISTEMA SEPARADOR PARCIAL | 15 |
| 2.1.3SISTEMA SEPARADOR ABSOLUTO..... | 16 |
| 2.2Operação da ETEB Sul..... | 18 |
| 2.2.1Tratamento Preliminar..... | 18 |
| 2.2.2Tratamento Primário..... | 19 |
| 2.2.3Tratamento Secundário e Terciário..... | 19 |
| 2.2.4Controle do Tratamento..... | 23 |
| 3Etapa 1: Constatação do problema | 24 |
| 3.1CHUVA | 24 |
| 3.2VAZÃO DE SAÍDA DA ETEB SUL | 25 |
| 3.3PARÂMETROS DE ANÁLISE | 26 |
| 3.3.1PARÂMETRO S | 26 |
| 3.3.2PARÂMETRO R..... | 26 |
| 3.4RESULTADOS OBTIDOS | 27 |
| 3.4.1Chuva 1 | 27 |
| 3.4.2Chuva 2 | 28 |
| 3.4.3Chuva 3 | 29 |
| 3.4.4Chuva 4 | 30 |
| 3.4.5Chuva 5 | 31 |
| 3.4.6Chuva 6 | 32 |
| 3.4.7Chuva 7 | 34 |
| 3.4.8Chuva 8 | 35 |
| 3.5Resultados Gerais..... | 36 |
| 4Etapa 2: Avaliação dos impactos operacionais | 38 |
| 4.1Impacto no Volume Tratado | 40 |
| 4.2Consumo de Energia | 44 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 4.3Produtos Químicos | 53 |
| 4.4Manutenção | 60 |
| 4.5Mão de Obra..... | 67 |
| 5CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... | 68 |
| 6REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 70 |
| 7ANEXOS..... | 1 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1-1 – Fluxograma com etapas do trabalho..... | 13 |
| Figura 2-1 – Sistema separador absoluto (Tsutya e Bueno - 2004) | 17 |
| Figura 2-2 – Gradeamento | 18 |
| Figura 2-3 – Desarenadores | 18 |
| Figura 2-4 – Decantador Primário | 19 |
| Figura 2-5 – Digestor | 19 |
| Figura 2-6 – Reator | 20 |
| Figura 2-7 – Decantador Secundário | 21 |
| Figura 2-2 – Lançamento no Lago Paranoá | 22 |
| Figura 3-1 – Mapa da área de abrangência da ETE Sul (Google Earth Pro) | 25 |
| Figura 3-2 - Influência da Chuva 1 na Vazão da ETE Sul..... | 27 |
| Figura 3-3 - Influência da Chuva 2 na Vazão da ETE Sul..... | 28 |
| Figura 3-4 - Influência da Chuva 3 na Vazão da ETE Sul..... | 29 |
| Figura 3-5 - Influência da Chuva 4 na Vazão da ETE Sul..... | 30 |
| Figura 3-6 - Influência da Chuva 5 na Vazão da ETE Sul..... | 31 |
| Figura 3-7 - Influência da Chuva 6 na Vazão da ETE Sul..... | 33 |
| Figura 3-8 - Influência da Chuva 7 na Vazão da ETE Sul..... | 34 |
| Figura 3-9 - Influência da Chuva 8 na Vazão da ETE Sul..... | 35 |
| Figura 4-1 – Comparação de chuvas com volumes tratados em 2012..... | 40 |
| Figura 4-2 – Comparação de chuvas com volumes tratados em 2013..... | 40 |
| Figura 4-3 – Comparação de chuvas com volumes tratados em 2014..... | 41 |
| Figura 4-4 – Comparação de chuvas com volumes tratados em 2015..... | 41 |
| Figura 4-5 – Comparação de chuvas com volumes tratados em 2016..... | 42 |
| Figura 4-6 – Consumo de energia da ETEB Sul em 2012..... | 44 |
| Figura 4-7 – Consumo de energia da ETEB Sul em 2013..... | 44 |
| Figura 4-8 – Consumo de energia da ETEB Sul em 2014..... | 45 |
| Figura 4-9 – Consumo de energia da ETEB Sul em 2015..... | 45 |
| Figura 4-10 – Consumo de energia da ETEB Sul em 2016..... | 46 |
| Figura 4-11 – Estações elevatórias do Lago Sul..... | 47 |
| Figura 4-12 – Estações elevatórias do Guará e Águas Claras 1..... | 47 |
| Figura 4-13 – Estações elevatórias Estrutural 1 e 2..... | 48 |
| Figura 4-14 – Estação elevatória Metropolitana..... | 48 |
| Figura 4-15 – Estações elevatórias Pier 21 e TST..... | 49 |
| Figura 4-16 – Bombas da Estação elevatória na ETEB Sul..... | 49 |

| | |
|---|----|
| Figura 4-17 – Volume Recalcado das estações elevatórias em 2012..... | 50 |
| Figura 4-18 – Potência Total Consumida das estações elevatórias em 2012..... | 50 |
| Figura 4-19 – Custo de Energia Consumida das estações elevatórias em 2012..... | 51 |
| Figura 4-20 – Volume Recalcado das estações elevatórias em 2013..... | 51 |
| Figura 4-21 – Potência Total Consumida das estações elevatórias em 2013..... | 52 |
| Figura 4-22 – Custo de Energia Consumida das estações elevatórias em 2013..... | 52 |
| Figura 4-23 – Carregamento e Armazenamento de Sulfato de Alumínio na ETEB Sul..... | 54 |
| Figura 4-24 – Consumo de Sulfato de Alumínio em 2012..... | 54 |
| Figura 4-25 – Consumo dos demais produtos químicos em 2012..... | 55 |
| Figura 4-26 – Consumo de Sulfato de Alumínio em 2013..... | 55 |
| Figura 4-27 – Consumo dos demais produtos químicos em 2013..... | 56 |
| Figura 4-28 – Consumo de Sulfato de Alumínio em 2014..... | 56 |
| Figura 4-29 – Consumo dos demais produtos químicos em 2014..... | 57 |
| Figura 4-30 – Consumo de Sulfato de Alumínio em 2015..... | 57 |
| Figura 4-31 – Consumo dos demais produtos químicos em 2015..... | 58 |
| Figura 4-32 – Consumo de Sulfato de Alumínio em 2016..... | 58 |
| Figura 4-33 – Consumo dos demais produtos químicos em 2016..... | 59 |
| Figura 4-34 – Relação número de O.S. da ETEB Sul com períodos chuvosos de 2012..... | 62 |
| Figura 4-35 – Relação número de O.S. da ETEB Sul com períodos chuvosos de 2013..... | 62 |
| Figura 4-36 – Relação número de O.S. da ETEB Sul com períodos chuvosos de 2014..... | 63 |
| Figura 4-37 – Relação número de O.S. da ETEB Sul com períodos chuvosos de 2015..... | 63 |
| Figura 4-38 – Relação número de O.S. da ETEB Sul com períodos chuvosos de 2016..... | 64 |
| Figura 4-39 – Relação número de O.S. das elevatórias com períodos chuvosos de 2013..... | 65 |
| Figura 4-40 – Relação número de O.S. das elevatórias com períodos chuvosos de 2014..... | 65 |
| Figura 4-41 – Relação número de O.S. das elevatórias com períodos chuvosos de 2015..... | 65 |
| Figura 4-42 – Relação número de O.S. das elevatórias com períodos chuvosos de 2016..... | 66 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 3-1 – Quadro resumo Chuva 1..... | 27 |
| Tabela 3-2 – Análise da Sobrecarga para Chuva 1..... | 28 |
| Tabela 3-3 – Quadro resumo Chuva 2..... | 28 |
| Tabela 3-4 – Análise da Sobrecarga para Chuva 2..... | 29 |
| Tabela 3-5 – Quadro resumo Chuva 3..... | 30 |
| Tabela 3-6 – Análise da Sobrecarga para Chuva 3..... | 30 |
| Tabela 3-7 – Quadro resumo Chuva 4..... | 31 |
| Tabela 3-8 – Análise da Sobrecarga para Chuva 4..... | 31 |
| Tabela 3-9 – Quadro resumo Chuva 5..... | 32 |
| Tabela 3-10 – Análise da Sobrecarga para Chuva 5 para o dia 16/12/2014..... | 32 |
| Tabela 3-11 – Análise da Sobrecarga para Chuva 5 para o dia 17/12/2014..... | 32 |
| Tabela 3-12 – Quadro resumo Chuva 6..... | 33 |
| Tabela 3-13 – Análise da Sobrecarga para Chuva 6 para o dia 18/11/2012..... | 33 |
| Tabela 3-14 – Análise da Sobrecarga para Chuva 6 para o dia 19/11/2012..... | 34 |
| Tabela 3-15 – Quadro resumo Chuva 7..... | 34 |
| Tabela 3-16 – Análise da Sobrecarga para Chuva 7..... | 35 |
| Tabela 3-17 – Quadro resumo Chuva 8..... | 35 |
| Tabela 3-18 – Análise da Sobrecarga para Chuva 8..... | 36 |
| Tabela 3-19 – Pontos experimentais de todas as chuvas..... | 36 |
| Tabela 3-20 – Sobrecarga média das chuvas pesquisadas..... | 36 |
| Tabela 4-1 – Volumes mensais tratados..... | 38 |
| Tabela 4-2 – Precipitações mensais..... | 38 |
| Tabela 4-3 – Meses mais secos..... | 39 |
| Tabela 4-4 – Quadro resumo dos volumes tratados..... | 43 |
| Tabela 4-5 – Resultados de acréscimo das EE de 2012..... | 53 |
| Tabela 4-6 – Resultados de acréscimo das EE de 2013..... | 53 |
| Tabela 4-7 – Resultados de acréscimo aos produtos químicos..... | 59 |
| Tabela 4-8 – Ordens de serviços da ETEB Sul..... | 61 |
| Tabela 4-9 – Análise das O.S. da ETEB Sul..... | 64 |
| Tabela 4-10 – Análise das O.S. das Elevatórias..... | 66 |
| Tabela 4-11 – Quantidade de horas extras..... | 67 |

1 INTRODUÇÃO

Em muitos centros urbanos, a população está em constante crescimento demográfico, ocasionando o aumento na demanda de água, pois é intrínseco ao ser humano o consumo de água como uma necessidade básica para a execução de suas atividades diárias, gerando, assim, resíduos líquidos, denominados de esgotos.

No Brasil, esse crescimento demográfico, associado ao êxodo rural, tem conduzido nos últimos 40 anos à expansão dos centros urbanos, em que a população se torna ainda mais vulnerável ao contato com os esgotos. Então, torna-se indispensável afastar as possibilidades de seu contato com o homem e o meio em que ele habita. O recolhimento dos esgotos nos centros urbanos para as estações de tratamento de esgotos (ETE) deve ocorrer de forma sanitariamente segura e ambientalmente adequada e, para tal fim, são construídos os sistemas de esgotamento sanitário.

Nesse cenário de desenvolvimento, um fato evidente é que muitas cidades não estão preparadas para esse crescimento, o que faz com que, geralmente, os sistemas de saneamento básico também não estejam preparados para o aumento na demanda por água potável e geração de águas residuais. No Brasil, segundo o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS (2016), produz em média 9,9 bilhões de litros de esgoto por dia. Desse total, 5,4 bilhões de litros não recebem nenhum tratamento (55%), poluindo solos e mananciais, além de expor a população a riscos epidemiológicos.

Diante dessa situação é evidente a importância da crescente preocupação com o saneamento básico, uma vez que, esse está relacionado diretamente com as questões de saúde pública. Dessa forma, os sistemas de saneamento básico (distribuição de água potável, coleta de esgoto e resíduos sólidos, e drenagem urbana) surgem com o objetivo de equacionar esses problemas.

Apesar, dos avanços no setor, ainda se está longe de atingir uma situação ideal, visto que, em determinadas circunstâncias, percebe-se alguns retrocessos. Um exemplo são os sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto, que é adotado nas cidades brasileiras. Nesses, águas de drenagem e águas residuais, na teoria, devem ser conduzidas em redes diferentes, mas, na prática, ambas são conduzidas em um único canal ou tubulação, por conta de ligações clandestinas. Essas interconexões configuram o sistema como separador parcial e torna perceptível que há uma dificuldade na gestão operacional desses sistemas. Nesse sentido,

torna-se importante analisar a efetividade da aplicação do sistema separador absoluto em várias situações.

O presente projeto foi estruturado em duas etapas. Na primeira, buscou-se, primeiramente, constatar o problema da influência das chuvas no sistema de esgotamento sanitário de Brasília, por meio da comparação de lâminas de chuvas de pluviógrafos da cidade com o aumento de vazão na ETEB Sul. Na segunda etapa, foi contemplada a realização do denominar Projeto Final 2, com avaliação dos impactos desse aumento de vazão na operação da Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul.

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

O problema avaliada nesse Projeto Final pode ser delimitado por meio de perguntas como: Quais são as consequências do despejo inadequado de água pluvial no sistema coletor de esgoto? Qual a influência direta da precipitação de chuvas na capacidade tratamento da Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul (ETE Sul)? E quais são os impactos do excesso de vazão gerado para o tratamento de esgotos na ETEB Sul?

1.2 JUSTIFICATIVA

Devido à chegada das chuvas, a qualidade da água do lago Paranoá é visivelmente prejudicada. Parte desse problema é devido a sobrecargas na operação das Estações de Tratamento de Esgotos, que lançam os efluentes tratados no Lago. O tratamento de esgoto deficiente pode causar em seu corpo receptor problemas ambientais, tais como assoreamento, mortalidade de peixes, mau cheiro, aumento da DBO ou, até mesmo, a eutrofização. Essa deficiência no tratamento pode causar, também, graves problemas de ordem econômica, visto que o corpo receptor do nosso objeto de estudo é o Lago Paranoá, local onde ocorrem várias utilizações turísticas e de lazer pela população da capital do país. Pode-se citar, também, que as técnicas de recuperação ambiental, para a solução de problemas de poluição são bastante caras, sendo mais eficiente prevenir o problema.

1.3 HIPÓTESE

É possível definir indicadores de análise, que constatem e expressem problemas e danos causados por um Sistema Separador Absoluto operando com água pluvial infiltrada nos processos de tratamento de esgoto.

1.4 OBJETIVOS E METODOLOGIA

O presente projeto final relaciona-se com base em pesquisa quantitativa, partindo de levantamento bibliográfico, levantamento de dados públicos a respeito de chuvas e dados operacionais a respeito das vazões tratadas, como dados de consumo de energia, uso de produtos químicos, mão de obra e ordens de serviços da Estação de Tratamento de Esgoto em estudo e suas respectivas Estações Elevatórias. Os dados foram explorados por meio de análises quantitativas. Pretendeu-se com esse projeto, fazer uma primeira análise geral da influência das chuvas no sistema de tratamento da Estação de Tratamento de Esgoto Brasília Sul.

Dividiu-se o estudo em duas etapas. A primeira se destinou à constatação da influência das chuvas no aumento da vazão a ser tratada na ETEB Sul, o que faz o sistema, que deveria ser separador absoluto, não operar como foi concebido. A segunda etapa se reservou para análise e quantificação dos impactos operacionais gerados por esse aumento de vazão em questões como aumento do consumo de energia elétrica, insumos, mão de obra e manutenção na ETEB Sul.

De início, realizou-se um levantamento bibliográfico e uma real discussão entre os tipos de sistemas de esgotamento sanitário, com foco no sistema separador absoluto, em que é demonstradas as vantagens e desvantagens de cada tipo e os problemas gerados ao se projetar o sistema de um tipo e acabar operando como outro.

Com o intuito de alcançar os objetivos determinados na primeira etapa, buscou-se pelas séries de vazões de saída da ETEB Sul, fornecidas pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), e pelos dados de chuvas dos pluviógrafos regionais, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), além de informações sobre bacias de captação da ETEB Sul, de modo a acrescentar valor à análise. Nessa etapa, concluiu-se pela constatação da influência das chuvas, obtida a partir da correlação entre as lâminas precipitadas dos eventos chuvosos com as vazões de saída da ETEB Sul. Foram, assim, estabelecidos indicadores pelos autores para analisar a sobrecarga causada.

Para a segunda etapa, analisaram-se os impactos operacionais diretos sobre a ETEB Sul a partir de um levantamento de dados internos da estação, concedidos pela própria CAESB, sobre consumo de energia elétrica, insumos, mão de obra e manutenção. Com esses dados, considerando que o volume tratado da estação deveria seguir uma tendência constante sem a influência das chuvas, pôde-se fazer uma análise comparativa entre os valores de cada mês com a média dos 3 meses mais secos, chegando-se, por consequência, a uma eventual ocorrência de aumento de vazão.

Sendo assim, o desenvolvimento de cada etapa do projeto está planejado no fluxograma representado na figura 1-1.

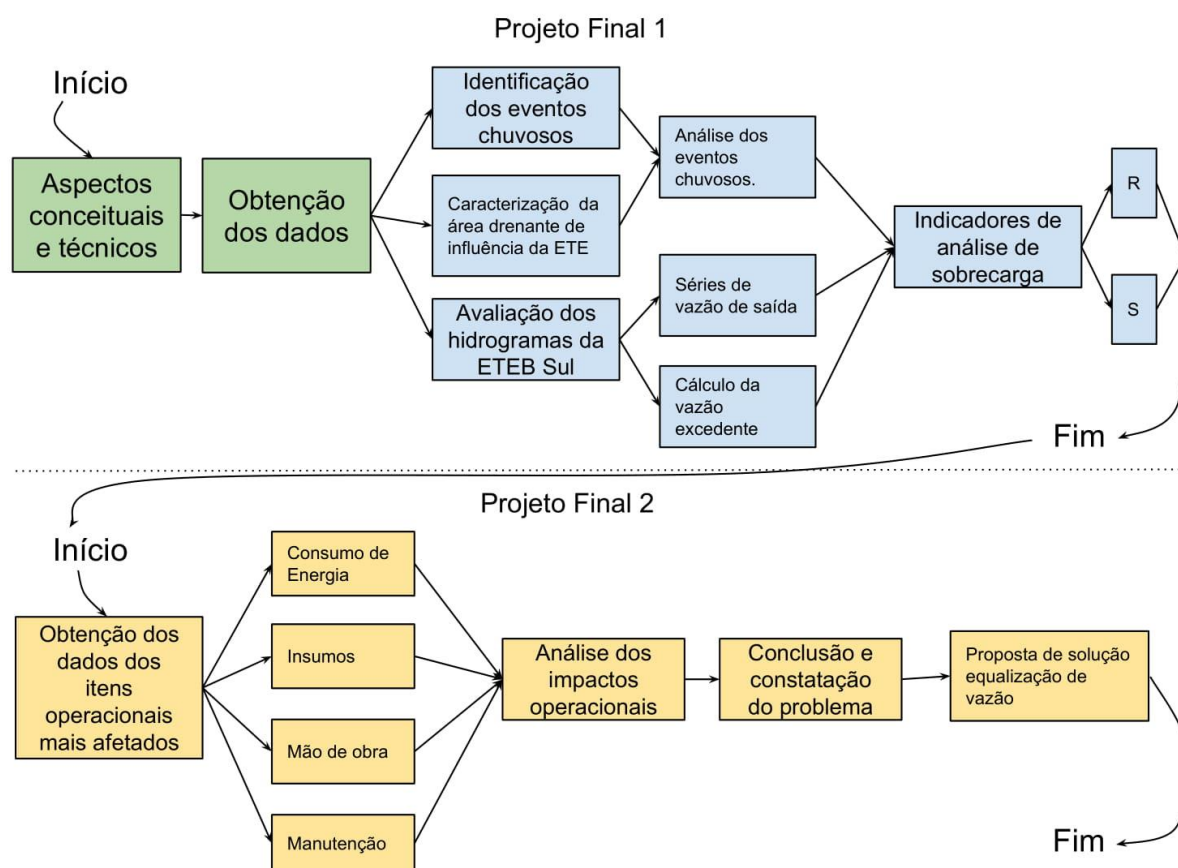


Figura 1-1 - Fluxograma com etapas do trabalho.

2 ASPECTOS CONCEITUAIS E TÉCNICOS

Neste capítulo, são abordados conceitos mais gerais, relacionados aos tipos de sistemas de esgotamento sanitário e, mais específicos, relativo à ETEB Sul

2.1 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Uma cidade deve contemplar dois tipos de sistemas de esgotamento, os sanitários e os pluviais. O sistema de drenagem pluvial é um conjunto de estruturas que visam melhorar as condições de escoamento das águas das chuvas, evitando problemas como inundações, erosões e assoreamentos. Os sistemas de esgotamento sanitário são definidos como um conjunto de infraestruturas e instalações operacionais que têm a finalidade de coletar, transportar, tratar e despejar de forma adequada os esgotos sanitários, considerando aspectos ambientais e de saúde pública explicitados nas normas. Os tipos de sistemas de esgotamento são:

- Sistema Separador Absoluto.
- Sistema Misto/Parcial.
- Sistema Unitário ou Combinado.

No Brasil, diversas formas de sistemas de esgotamento sanitário são encontradas. Quatro situações distintas são possíveis, desde a situação de total ausência de infraestrutura sanitária passando pelas soluções individuais, sistemas mistos até a condição ideal, característica do sistema separador absoluto. Pelas normas NBR 9648, NBR 9649 e NBR 12207, sistemas de esgotamento sanitário devem ser projetados no tipo separador absoluto, ou seja, não são projetados para ser unitário. No entanto, ocorrem algumas situações em que se depara com sistemas mistos. Esses sistemas podem tanto ter sido concebidos assim, no passado, como podem ocorrer na prática de forma indesejada, por meio de ligações clandestinas.

O tipo do sistema de esgotamento definido na fase de pré-projeto é essencial para a correta operação do sistema como um todo, trazendo vantagens ou desvantagens que variam com cada tipo de sistema, como definido abaixo:

2.1.1 SISTEMA UNITÁRIO

O sistema de esgotamento unitário/combinado é o sistema que une as contribuições de águas residuais (esgoto doméstico e industrial), águas de infiltração (águas presentes no subsolo que penetram no sistema através de tubulações e órgãos acessórios) e águas pluviais. Ou seja, tudo é transportado em uma única rede.

Esse sistema foi desenvolvido para países com clima temperado, com um baixo índice pluviométrico, como é o caso de países Europeus e da América do Norte. Países tropicais, como o Brasil, tem um alto índice pluviométrico e, de acordo com Tsutya e Bueno (2004), isso acarretaria em um sistema projetado para suportar uma alta carga hidráulica de coleta, transporte e tratamento, originada pelas chuvas intensas, enquanto em períodos secos só seria necessária uma estrutura para esgotos sanitários, o que tornaria um sistema de esgotamento hidraulicamente subutilizado.

As principais vantagens desse sistema são a existência de um só sistema, o que facilite a operação e a manutenção, assim como a eliminação de ligações clandestinas. Já as desvantagens são (TSUTIYA; ALÉM SOBRINHO, 1999):

- No início do projeto, o sistema necessita de investimentos elevados, devido às grandes dimensões dos condutos e as obras complementares, como limitadores de vazão e bacias de amortecimento.
- A aplicação dos recursos precisa ser feita de maneira mais concentrada, reduzindo a flexibilidade de execução programada por sistema.
- As galerias de águas pluviais que, em cidades brasileiras, são executadas em 50% ou menos das vias públicas, teriam de ser construídas em todos os logradouros.
- O sistema não funciona bem em vias públicas não pavimentadas, o que se apresenta com elevada frequência em cidades brasileiras.
- As obras são de difícil e demorada execução.
- Riscos de refluxo de esgoto sanitário para o interior das residências, em época de cheia.

Diante desse cenário, é não é recomendado atualmente, serem adotados sistemas unitários de esgotamento no Brasil, sendo obrigatório a utilização do sistema separador absoluto em todo o território.

2.1.2 SISTEMA SEPARADOR PARCIAL

Apesar de o sistema separador absoluto ser o sistema atual oficial do Brasil, ocorre, muitas vezes, que um sistema é projetado para funcionar como separador absoluto e acaba operando como sistema parcial ou misto, devido às ligações clandestinas entre os sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial.

Muitos pontos podem ser citados como causa ou motivações dessas ligações clandestinas, como, por exemplo:

- Falta de planejamento urbano;
- Dificuldades de fiscalização de obras;
- Falta de prioridade aos serviços de operação, manutenção e conservação das instalações do sistema;
- Falta de controle sobre ligações prediais irregulares;
- Instalações prediais inadequadas;
- Aspectos culturais, educativos e de conscientização da população.

Em resumo, o sistema parcial é derivado do sistema unitário. Entretanto, admite-se, nesse sistema, apenas a parcela de águas pluviais provenientes dos telhados e áreas impermeabilizadas das residências e águas de infiltração do subsolo. O restante das águas pluviais escoam em outra rede separada.

A adoção do sistema separador parcial pode solucionar ou diminuir temporariamente os impactos e problemas gerados pela captação e transporte das águas pluviais e de esgoto sanitário na mesma rede coletora, que é a questão principal desse estudo.

2.1.3 SISTEMA SEPARADOR ABSOLUTO

O sistema separador absoluto foi idealizado e desenvolvido nos Estados Unidos em 1879, pelo engenheiro George Waring, que o implantou na cidade de Memphis (Tennessee, EUA), levando-se em conta aspectos de praticidade e econômicos que o sistema proporciona. No Brasil, o sistema é amplamente adotado e julgado por especialistas como a solução ideal em termos de saneamento básico. Nesse sistema, as águas residuais, juntamente com parcela das águas de infiltração, veiculam em um sistema independente do sistema de drenagem de águas pluviais, apresentando como principais vantagens (TSUTIYA; ALÉM SOBRINHO, 1999):

- Menor custo, pois emprega tubos de diâmetros bem menores e de fabricação industrial (manilhas, tubos de PVC, etc);
- Oferece mais flexibilidade para a execução por etapas, de acordo com as prioridades (maior prioridade para a rede sanitária);

- Reduz consideravelmente o custo de afastamento das águas pluviais das áreas impermeabilizadas urbanas, pelo fato de permitir o seu lançamento ao curso de água mais próximo, sem a necessidade de tratamento;
- Reduz a extensão das canalizações de grande diâmetro em uma cidade, pois não exige a construção de galerias em todas as ruas;
- Não prejudica a depuração dos esgotos sanitários.

Entretanto, como já citado, o sucesso desse sistema depende de fiscalização efetiva e controle eficiente para se evitar que ligações clandestinas encaminhem águas pluviais, principalmente, as provenientes de telhados e área impermeabilizadas das residências.

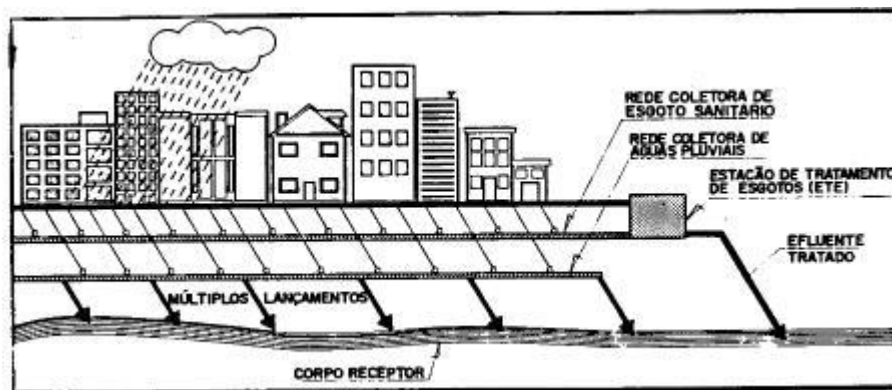


Figura 2-1 – Sistema separador absoluto (Tsutya e Bueno – 2004)

Para o sucesso do sistema de esgotamento sanitário é necessário um eficiente controle para evitar que uma grande quantidade de água pluvial seja encaminhada, junto com as águas residuais, para esse sistema de esgotamento. Apesar de o nome ser separador absoluto, esse sistema de esgotamento não é totalmente separador, visto que, de acordo com a norma “NBR 9648/86 – Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário”, no conceito do sistema está inserida uma parcela de contribuição pluvial parasitária que é inevitavelmente absorvida pela rede coletora. Entretanto, essa parcela deve ser mínima quando comparada com o total de vazão da rede, diferente do que ocorre, muitas vezes, na realidade, em que essa parcela pode ser significativa como será visto ao fim desse estudo.

E quais são as principais consequências dessas ligações clandestinas? Esse aumento de vazão pode comprometer o processo de tratamento, provocando arraste de sólidos, ou extravasamento aos corpos receptores, o que gera problemas ambientais.

2.2 OPERAÇÃO DA ETEB SUL

Na ETEB Sul, o processo consiste em separar a parte líquida da parte sólida e tratar cada uma, reduzindo ao máximo a carga poluidora, para que elas possam ser dispostas no corpo receptor (Lago Paranoá) sem nenhum risco ambiental. Para tratamentos em situações em que são necessários uma elevada qualidade do efluente final e reduzidos requisitos de área, o sistema de lodos ativados é amplamente utilizado. E é esse sistema, complementado por remoção de nutrientes, que é adotado na Estação de Tratamento Brasília Sul e que será detalhado a seguir.

2.2.1 Tratamento Preliminar

A vazão afluyente é encaminhada parte por gravidade e parte por bombeamento ao tratamento preliminar (grade e desarenador). Nessa fase, retiram-se os sólidos grosseiros e a matéria orgânica e inorgânica mais pesada, como a areia, utilizando-se processos físicos, como gradeamento, peneiramento e a sedimentação.



Figura 2-2 – Gradeamento



Figura 2-3 – Desarenadores

2.2.2 Tratamento Primário

Depois do tratamento preliminar, os esgotos são separados, também, por gravidade em duas fases físicas nos decantadores primários.



Figura 2-4 – Decantador Primário

A fase sólida se sedimenta, indo para o fundo dos decantadores e formando o lodo primário bruto. Esse lodo é retirado do fundo do decantador, por meio de raspadores mecanizados e são bombeados para os adensadores de lodo (que retiram parte da umidade) e depois para os digestores anaeróbios que, contêm microrganismos, como bactérias, protozoários, fungos, leveduras e/ou micro metazoários, e que degradam a matéria orgânica sem a presença de oxigênio molecular. Após isso, a parte líquida é encaminhada para os reatores/digestores.



Figura 2-5 – Digestor

2.2.3 Tratamento Secundário e Terciário

São processos que removem a matéria orgânica e os sólidos dissolvidos na massa líquida dos esgotos. Aqui, especificamente, essas etapas ocorrem nos reatores com a remoção da matéria orgânica e dos nutrientes, como nitrogênio e fósforo.



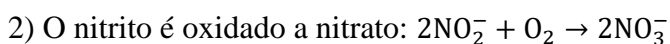
Figura 2-6 – Reator

O tanque dos reatores é formado por três zonas interligadas: zona anaeróbia (parte desprovida de oxigênio), zona anóxica (parte onde existe oxigênio na forma de nitrato) e zona aeróbia (parte onde existe oxigênio na forma gasosa). A fase líquida chega aos reatores pela zona anaeróbia, onde as diferentes espécies de bactérias realizam degradação da matéria orgânica através da fermentação, liberando (CO_2). Na zona aeróbia, ocorre aeração (injeção de

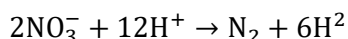
oxigênio) pelo fundo do tanque e outras espécies de bactérias consomem esse oxigênio e degradam grande parte da matéria orgânica bacteriana em partículas menores e H_2O .

Parte do nitrogênio e do fósforo é retirado na passagem por essas zonas com e sem oxigênio. O processo de remoção de nitrogênio tem início na zona aerada, onde o nitrogênio amoniacal (NH_3) é oxidado a nitrato NO_3^- (nitrificação), retornando, depois, à zona anóxica para sofrer desnitrificação. Já no processo de desnitrificação, as bactérias presentes na zona anóxica utilizam o oxigênio do nitrato para a degradação da matéria orgânica, ocorrendo a redução do nitrato a nitrogênio gasoso (N_2) que pode ser eliminado para a atmosfera.

O processo de nitrificação ocorre em duas fases, primeiro a amônia é oxidada a nitrito (NO_2^-), depois o nitrito é oxidado a nitrato (NO_3^-):



E depois retorna à zona anóxica para sofrer desnitrificação:



Já o processo de remoção de fósforo é realizado por bactérias conhecidas como OAP (Organismos Acumuladores de Fósforo) que utilizam fósforo como fonte de energia. Esse processo também ocorre com a alternância entre condições aeróbias e anaeróbias. Na zona anaeróbia, ocorre diminuição da matéria orgânica e aumento de fósforo na forma de ortofosfato, pois essas bactérias possuem reservas de fósforo na forma de polifosfatos que são utilizados como energia. Na zona aeróbia, as bactérias utilizam o oxigênio excedente e ortofosfato para gerar a energia que é acumulada em suas células. Dessa forma, ocorre a remoção do fósforo do meio, já que as bactérias assimilam maior quantidade de fósforo no meio aeróbio do que liberam no meio anaeróbio.

O esgoto sai dos reatores no final da zona aerada e é direcionado para um segundo decantador, onde a fase sólida (lodo biológico) e a líquida são separadas por decantação. Parte do lodo retorna aos reatores pela zona anaeróbia e participa novamente das etapas de tratamento, permitindo elevada eficiência do sistema e a parte excedente segue para os adensadores junto com o lodo dos decantadores primários.

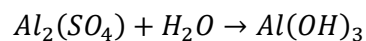


Figura 2-7 – Decantador Secundário

Depois dos adensadores, o lodo segue para leito de secagem e aterro sanitário.

A última etapa não é mais biológica, e sim físico-química. A fase líquida segue para o polimento final, onde os sólidos e fósforo residuais do tratamento biológico são retidos através da floculação com sulfato de alumínio proporcional à vazão medida instantaneamente e separados por flotação.

O sulfato de alumínio reage com as moléculas de água e forma o hidróxido de alumínio:



O hidróxido de alumínio formado reage com as moléculas de fosfato e forma o fosfato de alumínio, sal insolúvel em água:



O precipitado é floculado devido à adição de solução de polieletrólito aniônico proporcional a vazão na entrada das câmeras de flotação. Essas câmeras recebem água e ar (através dos sopradores) para a formação de microbolhas, que aderem aos flocos e os impulsionam em direção à superfície. O lodo flotado é removido por raspadores e encaminhado aos digestores novamente. O efluente líquido final é lançado no Lago Paranoá.



Figura 2-8 – Lançamento no Lago Paranoá

2.2.4 Controle do Tratamento

Todas as etapas do tratamento e o efluente final são monitorados constantemente e para o lançamento do polimento final no Lago Paranoá deve-se atender às condições e padrões do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Resolução n. 430:

- pH entre 5 e 9;
- Temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- Materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone *Inmhoff*. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que esse limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor;
- Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100mg/L;
- Ausência de materiais flutuantes.

3 Identificação da Sobrecarga na ETE

Apresenta-se, aqui, um resumo do Projeto Final 1, que constitui da identificação da sobrecarga gerada na ETEB Sul, pelas maiores chuvas isoladas nos últimos 5 anos, na vazão de tratamento.

3.1 CHUVA

A primeira etapa, como já apresentado, constituiu-se da escolha das chuvas mais relevantes que ocorreram no Distrito Federal nos últimos 5 anos a partir dos dados em planilha fornecidos pelo Inmet. Nessa planilha, aparecem a intensidade e a duração de cada chuva a partir dos dados de pluviógrafos.

Os únicos pluviógrafos da região com os dados de fácil acesso, são:

- DF A001 – Brasília;
- DF A045 – Águas Emendadas;
- DF A046 – Gama (Ponte Alta).

Para saber quais pluviógrafos utilizar, necessitou-se da delimitação da área de influência de esgotamento da ETEB Sul. De acordo com o site da Caesb, a ETE Sul atende às seguintes regiões:

- Asa Sul / Parte da Área Central de Brasília;
- Núcleo Bandeirante;
- Guará I e II;
- Cruzeiro / Octogonal / Sudoeste;
- Parte do Lago Sul;
- Riacho Fundo I (quadra QN1);
- S.I.A.;
- Parte de Águas Claras
- Candangolândia;
- Cidade do Automóvel e setor de inflamáveis.

Utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG) presente do software de geoprocessamento *Google Earth Pro*, pôde-se definir a área de abrangência da ETE Sul, representada pela figura 3-2 (presente nos anexos):

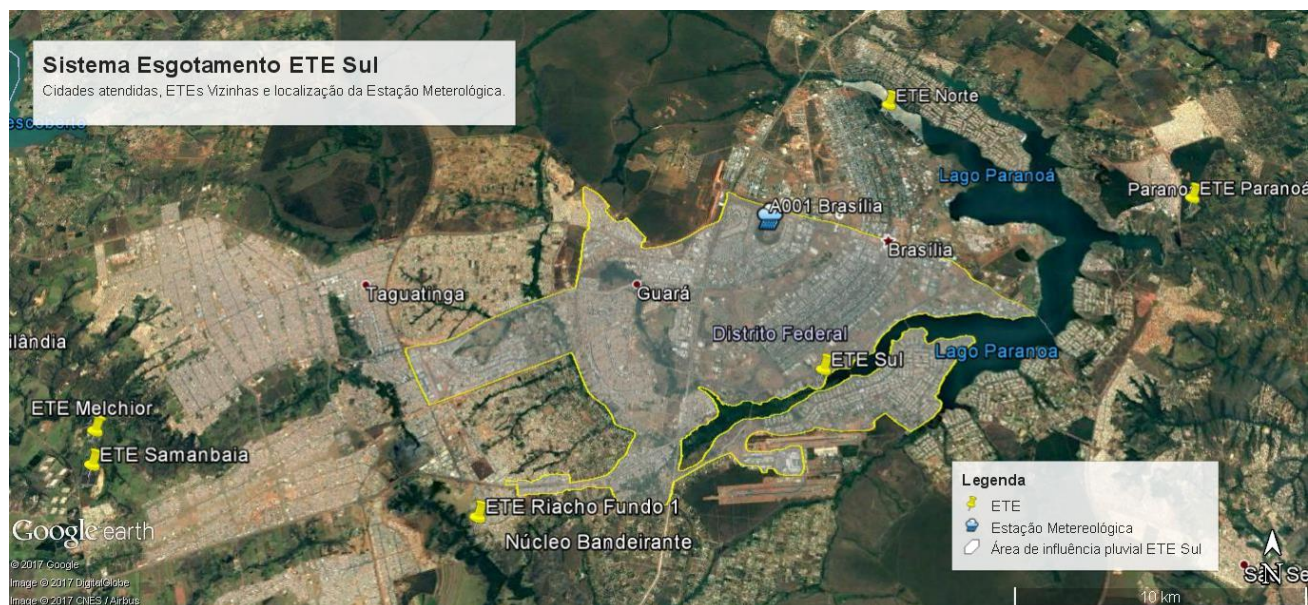


Figura 3-1 – Mapa da área de abrangência da ETE Sul (Google Earth Pro)

A partir do software, a área de abrangência obtida foi de:

$$A_b = 130.515.921 \text{ m}^2 \text{ ou } 130.52 \text{ km}^2$$

Assim o único pluviógrafo a ser considerado que representa a área drenante da ETEB Sul é o DF A001 – Brasília. Foram as chuvas registradas neste pluviógrafo que permitiram estimar as lâminas precipitadas para todas as comparações posteriores do estudo.

3.2 VAZÃO DE SAÍDA DA ETEB SUL

Essa fase constitui-se na análise e quantificação dos efeitos das chuvas na Estação de Tratamento de Esgoto Brasília Sul, por meio dos dados em planilhas de vazões de saída da estação, fornecidas pela CAESB. Ao fazer a comparação dessa vazão de saída ($Q_{saídaETE}$) da ETEB Sul no período chuvoso com uma média de vazões de um mesmo dia da semana e no mesmo horário sem a ocorrência de chuvas ($Q_{med,seca}$), passam a ficar evidentes os efeitos das ligações clandestinas na vazão a ser tratada.

Assim, por esse processo, encontram-se as vazões excedentes ocasionadas pelas interconexões dos sistemas pela equação:

$$Q_{excedente} = Q_{saídaETE} - Q_{med,seca} \quad (3-2)$$

3.3 INDICADORES DE ANÁLISE

Com os resultados parciais obtidos de volume de chuva (V_{chuva}) e vazão excedente ($Q_{excedente}$), são propostos dois indicadores de análise: S e R .

$S \rightarrow$ Correlaciona a porcentagem do tempo que a ETEB Sul operou com sobrecarga durante o dia da chuva;

$R \rightarrow$ Relaciona o nível de sobrecarga da ETEB Sul durante o dia da chuva.

3.3.1 INDICADOR S

O denominado indicador “S” é calculado para cada evento chuvoso, sabendo que a ETE Sul tem a capacidade de tratamento de 1500 L/s. O objetivo desse indicador é mostrar qual foi a fração do dia que a ETE operou acima da sua capacidade por consequência das chuvas.

Calculado como:

$$S = \frac{t_{\text{medio sobrecarga no dia}}}{t_{\text{operação ETE no dia}}} \quad (3-4)$$

Onde $t_{\text{medio sobrecarga no dia}}$ é o tempo médio em que a vazão na ETE está acima da sua capacidade, em horas, e $t_{\text{operação ETE no dia}}$ é o tempo de operação da ETE no dia da chuva, geralmente 24h.

3.3.2 INDICADOR R

O indicador S mostra o nível temporal de sobrecarga da estação, entretanto não consegue analisar a quantidade dessa sobrecarga. Assim, define-se o indicador R como uma relação, em porcentagem, entre o volume tratado e o volume de capacidade máxima da ETE no dia da chuva.

É calculado como:

$$R = \frac{V_{\text{saída}}}{V_{\text{capacidade ETE}}} \quad (3-5)$$

Onde $V_{\text{saída}}$ é o volume de saída da estação com a influência de cada chuva e $V_{\text{capacidade ETE}}$ representa o volume máximo que a ETE conseguiria tratar naquele período de tempo.

3.4 RESULTADOS OBTIDOS

3.4.1 Chuva 1

Para cada chuva, serão escolhidas as alturas precipitadas e as vazões de saída da ETEB Sul, em forma de gráfico (Figura 3-2), e assim como os demais dados para o cálculo dos indicadores são apresentados nas tabelas subsequentes (Tabela 3-1 e Tabela 3-2).

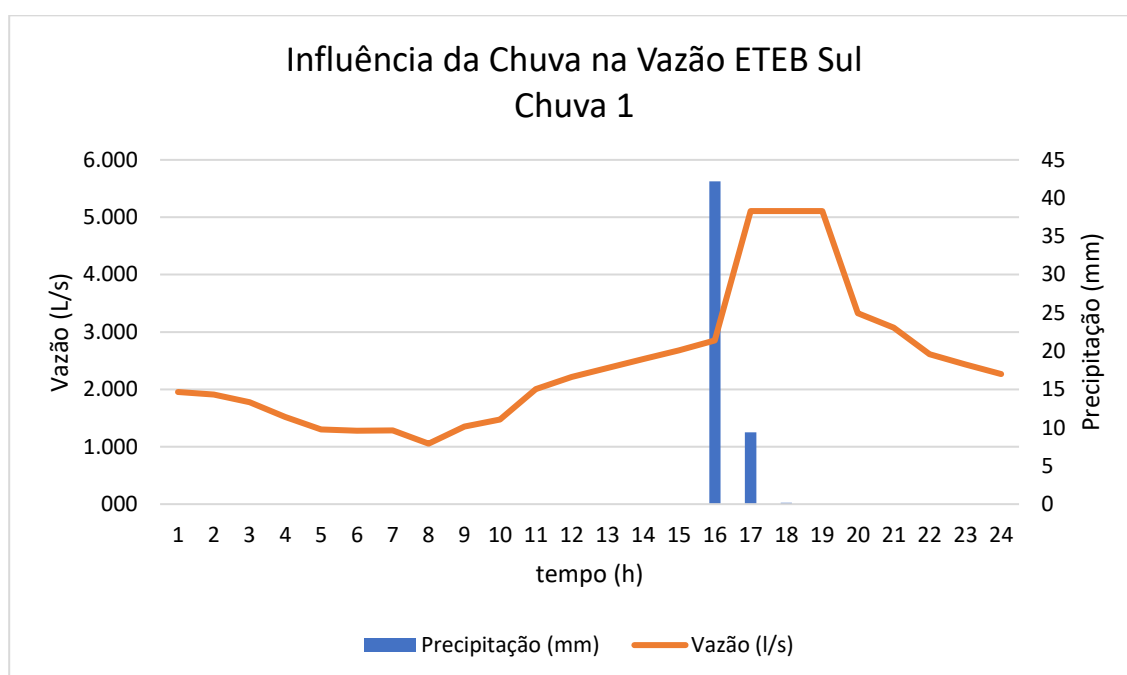


Figura 3-2- Influência da Chuva 1 na Vazão da ETEB Sul

Conforme os dados das planilhas, é obtido o quadro resumo da chuva 1, apresentado na Tabela 3-1.

Tabela 3-1 – Quadro resumo Chuva 1

| Chuva 1 - 21/01/2016 | Quinta-feira | |
|-----------------------|--------------|----------------|
| Precipitação Total | 51,8 | mm |
| Vazão Média | 2.441,42 | L/s |
| Vazão Média Seca | 1.676,84 | L/s |
| Vazão Média Excedente | 759,04 | L/s |
| Volume excedente | 65.581,20 | m ³ |

Os resultados obtidos de sobrecarga são apresentados na Tabela 3-2.

Tabela 3-2 – Análise da Sobrecarga para Chuva 1

| Sobrecarga da Chuva 1 | | Data 21/01/2016 | |
|-----------------------|-------------|--------------------|--------------|
| Tempo sobrecarregada | 18,00 horas | Volume tratado | 58.594,00 m³ |
| Tempo de operação | 24,00 horas | Capacidade ETE Sul | 36.000,00 m³ |
| S % | 75,00% | R % | 162,76% |

3.4.2 Chuva 2

As alturas da chuva 2 e as vazões de saída da ETEB Sul são apresentadas em forma de gráfico (Figura 3-3), e os demais dados para o cálculo dos parâmetros nas tabelas subsequentes (Tabela 3-3 e Tabela 3-4).

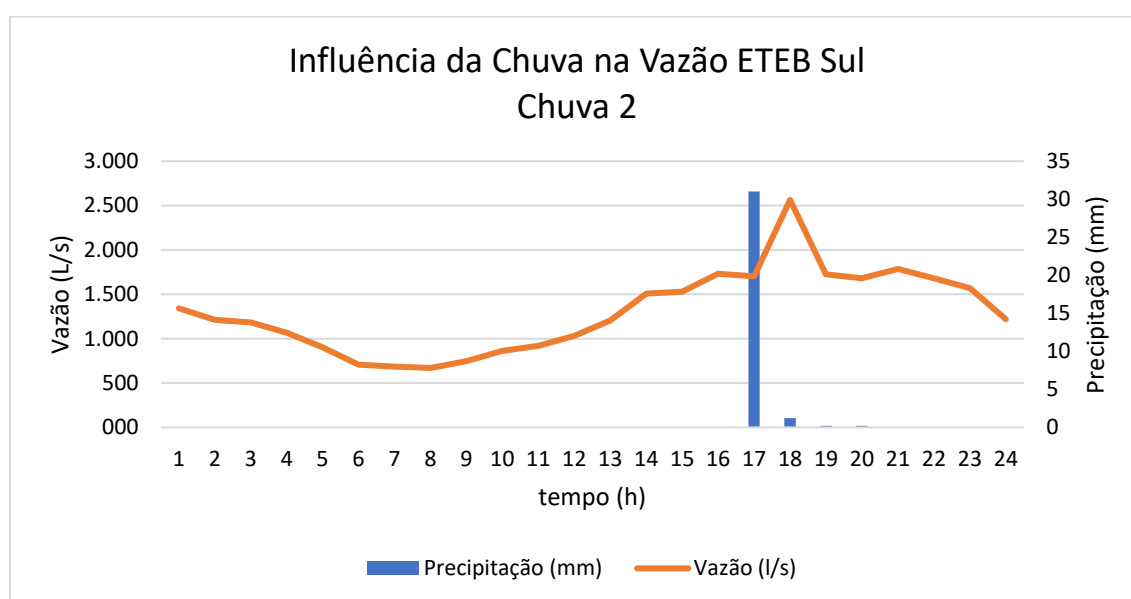


Figura 3-3- Influência da Chuva 2 na Vazão da ETEB Sul

Conforme os dados das planilhas, é obtido o quadro resumo da chuva 2, apresentado na Tabela 3-3.

Tabela 3-3 – Quadro resumo Chuva 2

| Chuva 2 – 03/01/2016 | Domingo | |
|-----------------------|-----------|-----|
| Precipitação Total | 32,6 | mm |
| Vazão Média | 1.301,00 | L/s |
| Vazão Média Seca | 1.363,09 | L/s |
| Vazão Média Excedente | -66,88 | L/s |
| Volume excedente | -5.778,00 | m³ |

Percebe-se que essa chuva apresenta um resultado atípico, já que os efeitos não seguem os efeitos das outras chuvas comparadas aos efeitos dos “domingos”. Isso pode ser justificado por ser o primeiro domingo do ano de 2016, em que provavelmente, a cidade estava com uma população menor que os outros domingos comparados. Portanto, essa chuva não será considerada para os demais cálculos.

Os resultados obtidos de sobrecarga são apresentados na Tabela 3-4.

Tabela 3-4 – Análise da Sobrecarga para Chuva 2

| Sobrecarga da Chuva | | Data 03/01/2016 | |
|----------------------------|-------------|------------------------|--------------------------|
| Tempo sobrecarregada | 10,00 horas | Volume tratado | 31.224,00 m ³ |
| Tempo de operação | 24,00 horas | Capacidade ETE Sul | 36.000,00 m ³ |
| S % | 41,67% | R % | 86,73% |

3.4.3 Chuva 3

As alturas da chuva 3 e as vazões de saída da ETEB Sul são apresentadas em forma de gráfico (Figura 3-4), e os demais dados para o cálculo dos parâmetros das tabelas subsequentes (Tabela 3-5 e Tabela 3-6).

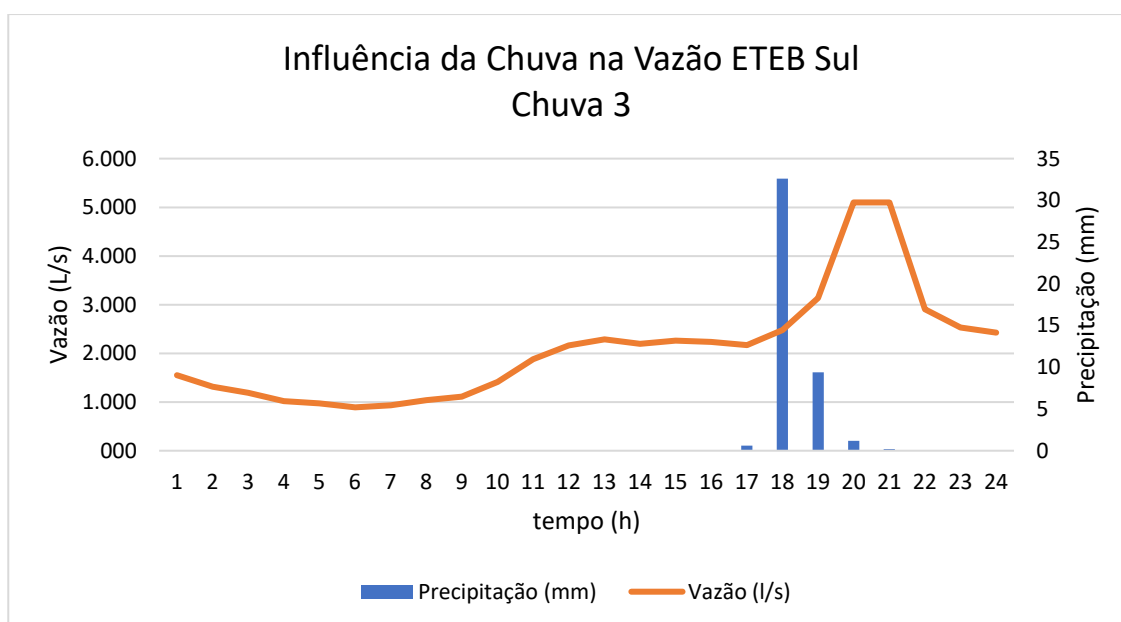


Figura 3-4- Influência da Chuva 3 na Vazão da ETEB Sul

Conforme os dados das planilhas, é obtido o quadro resumo da chuva 3, apresentado na Tabela 3-5.

Tabela 3-5 – Quadro resumo Chuva 3

| Chuva 3 – 08/03/2016 | Terça-feira | |
|-----------------------------|--------------------|-----|
| Precipitação Total | 44 | mm |
| Vazão Média | 2.095,66 | L/s |
| Vazão Média Seca | 1.655,67 | L/s |
| Vazão Média Excedente | 440,18 | L/s |
| Volume excedente | 38.031,90 | m³ |

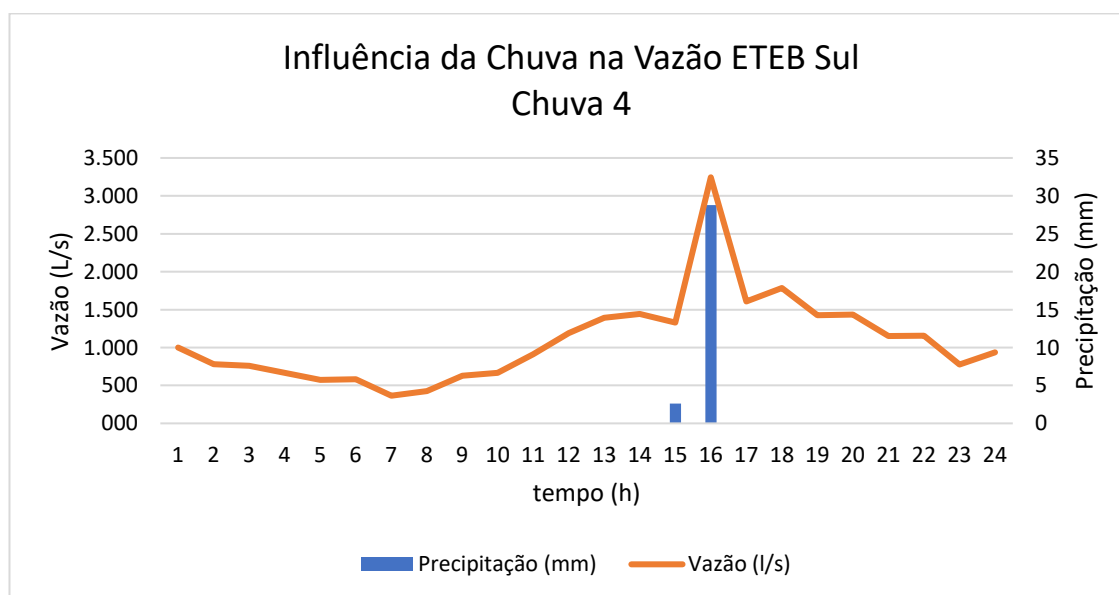
Os resultados obtidos de sobrecarga são apresentados na Tabela 3-6.

Tabela 3-6 – Análise da Sobrecarga para Chuva 3

| Sobrecarga da Chuva | 3 | Data | 08/03/2016 |
|----------------------------|-------------|---------------------|-------------------|
| Tempo sobrecarregada | 14,00 horas | Volume tratado | 47.163,00 m³ |
| Tempo de operação | 24,00 horas | Capacidade ETEB Sul | 36.000,00 m³ |
| S % | 58,33% | R % | 131,01% |

3.4.4 Chuva 4

As alturas da chuva 4 e as vazões de saída da ETEB Sul são apresentadas em forma de gráfico (Figura 3-5), e os demais dados para o cálculo dos parâmetros das tabelas subsequentes (Tabela 3-7 e Tabela 3-8).

**Figura 3-5-** Influência da Chuva 4 na Vazão da ETEB Sul

Conforme os dados das planilhas, é obtido o quadro resumo da chuva 4, apresentado na Tabela 3-7.

Tabela 3-7 – Quadro resumo Chuva 4

| Chuva 4 – 07/03/2015 | Sábado | |
|-----------------------------|---------------|-----|
| Precipitação Total | 31,4 | mm |
| Vazão Média | 1.092,54 | L/s |
| Vazão Média Seca | 1.064,70 | L/s |
| Vazão Média Excedente | 27,86 | L/s |
| Volume excedente | 4.484,40 | m³ |

Os resultados obtidos de sobrecarga são apresentados na Tabela 3-8.

Tabela 3-8 – Análise da Sobrecarga para Chuva 4

| Sobrecarga da Chuva | 4 | Data | 07/03/2015 |
|----------------------------|-------------|--------------------|-------------------|
| Tempo sobrecarregada | 3,00 horas | Volume tratado | 26.221,00 m³ |
| Tempo de operação | 24,00 horas | Capacidade ETE Sul | 36.000,00 m³ |
| S % | 12,50% | R % | 72,84% |

3.4.5 Chuva 5

As alturas da chuva 5 e as vazões de saída da ETEB Sul são apresentadas em forma de gráfico (Figura 3-6). Essa chuva ocorreu no período de dois dias. Assim, deve-se analisar o período de influência da chuva no tempo de 48 horas. Os demais dados para o cálculo dos parâmetros são apresentados nas tabelas subsequentes (Tabela 3-9, Tabela 3-10 e Tabela 3-11).

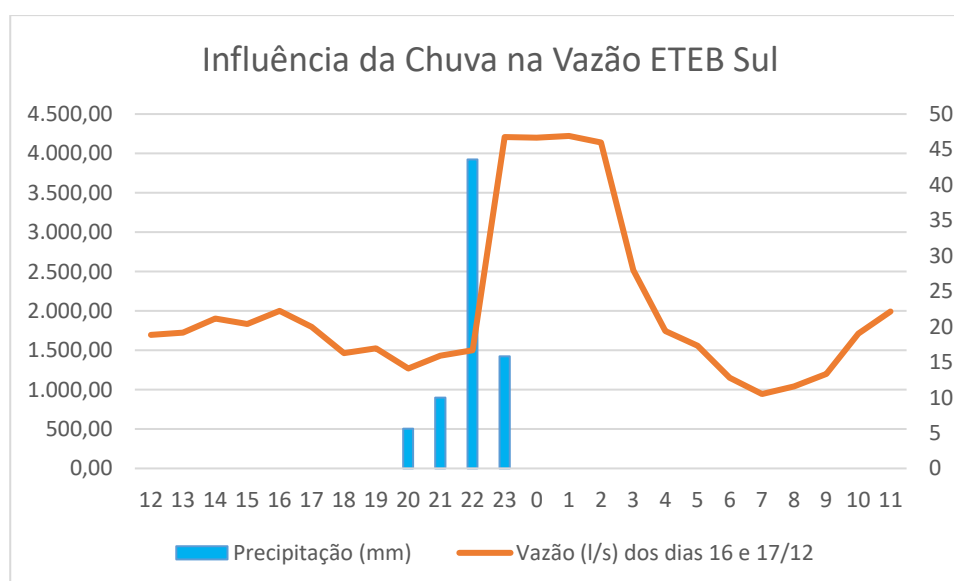


Figura 3-6- Influência da Chuva 5 na Vazão da ETEB Sul

Conforme os dados das planilhas, é obtido o quadro resumo da chuva 5, apresentado na Tabela 3-9.

Tabela 3-9 – Quadro resumo Chuva 5

| Chuva 5 – 16 e 17/12/2014 | Terça e Quarta | |
|----------------------------------|-----------------------|-----|
| Precipitação Total | 75 | mm |
| Vazão Média | 2.032,38 | L/s |
| Vazão Média Seca | 1.189,74 | L/s |
| Vazão Média Excedente | 859,56 | L/s |
| Volume excedente | 74.265,60 | m³ |

Os resultados obtidos de sobrecarga para o primeiro dia da chuva (16/12/2014) são apresentados na Tabela 3-10.

Tabela 3-10 – Análise da Sobrecarga da Chuva 5 para o dia 16/12/2014

| Sobrecarga da Chuva 5 | | Data 16/12/2014 | |
|------------------------------|-------------|------------------------|--------------|
| Tempo sobrecarregada | 9,00 horas | Volume tratado | 34.154,00 m³ |
| Tempo de operação | 24,00 horas | Capacidade ETE Sul | 36.000,00 m³ |
| S % | 37,50% | R % | 94,87% |

Os resultados obtidos de sobrecarga para o primeiro dia da chuva (17/12/2014) são apresentados na Tabela 3-10.

Tabela 3-11 – Análise da Sobrecarga da Chuva 5 para o dia 17/12/2014

| Sobrecarga da Chuva 5 | | Data 17/12/2014 | |
|------------------------------|-------------|------------------------|--------------|
| Tempo sobrecarregada | 20,00 horas | Volume tratado | 56.132,00 m³ |
| Tempo de operação | 24,00 horas | Capacidade ETE Sul | 36.000,00 m³ |
| S % | 83,33% | R % | 155,92% |

3.4.6 Chuva 6

As alturas da chuva 6 e as vazões de saída da ETEB Sul são apresentadas em forma de gráfico (Figura 3-7). Essa chuva também ocorreu no período de dois dias. Assim, deve-se analisar o período de influência da chuva no tempo de 48 horas. Os demais dados para o cálculo dos parâmetros são apresentados nas tabelas subsequentes (Tabela 3-12, Tabela 3-13 e Tabela 3-14).

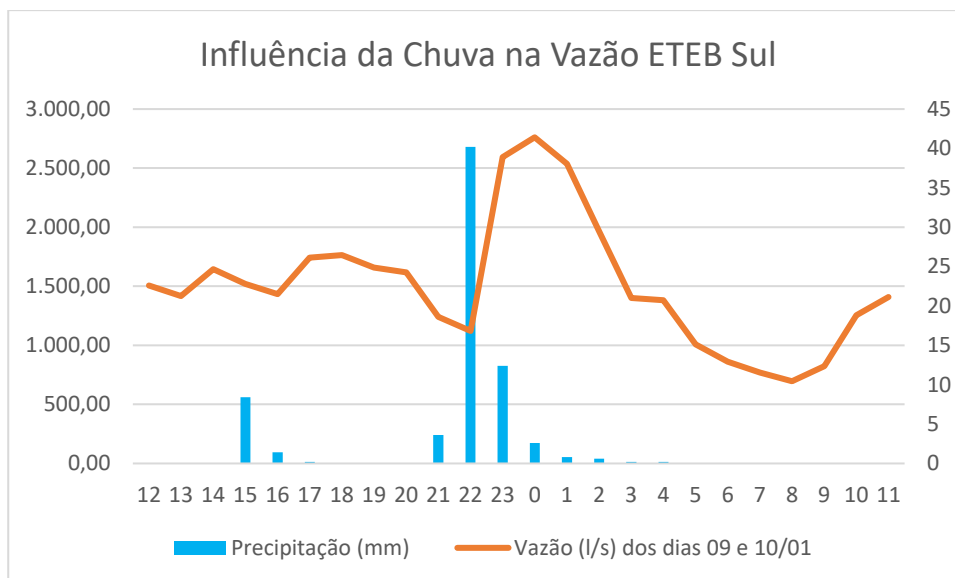


Figura 3-7- Influência da Chuva 6 na Vazão da ETEB Sul

Conforme os dados das planilhas, é obtido o quadro resumo da chuva 6, apresentado na Tabela 3-12.

Tabela 3-12 – Quadro resumo Chuva 6

| Chuva 6 – 09 e 10/01/2013 | Quarta e Quinta | |
|----------------------------------|------------------------|-----|
| Precipitação Total | 70,6 | mm |
| Vazão Média | 1.505,33 | L/s |
| Vazão Média Seca | 1.277,83 | L/s |
| Vazão Média Excedente | 227,17 | L/s |
| Volume excedente | 21.189,60 | m³ |

Os resultados obtidos de sobrecarga para o primeiro dia da chuva (09/01/2013) são apresentados na Tabela 3-13.

Tabela 3-13 – Análise da Sobrecarga da Chuva 6 para o dia 09/01/2013

| Sobrecarga da Chuva | 6 | Data | 09/01/2013 |
|----------------------------|-------------|--------------------|-------------------|
| Tempo sobrecarregada | 8,00 horas | Volume tratado | 29.295,00 m³ |
| Tempo de operação | 24,00 horas | Capacidade ETE Sul | 36.000,00 m³ |
| S % | 33,33% | R % | 81,38% |

Os resultados obtidos de sobrecarga para o primeiro dia da chuva (10/01/2013) são apresentados na Tabela 3-14.

Tabela 3-14 – Análise da Sobrecarga da Chuva 6 para o dia 10/01/2013

| Sobrecarga da Chuva 6 | | Data 10/01/2013 | |
|------------------------------|-------------|------------------------|--------------|
| Tempo sobrecarregada | 7,00 horas | Volume tratado | 33.994,00 m³ |
| Tempo de operação | 24,00 horas | Capacidade ETE Sul | 36.000,00 m³ |
| S % | 29,17% | R % | 94,43% |

3.4.7 Chuva 7

As alturas da chuva 7 e as vazões de saída da ETEB Sul são apresentadas em forma de gráfico (Figura 3-8), e os demais dados para o cálculo dos parâmetros das tabelas subsequentes (Tabela 3-15 e Tabela 3-16).

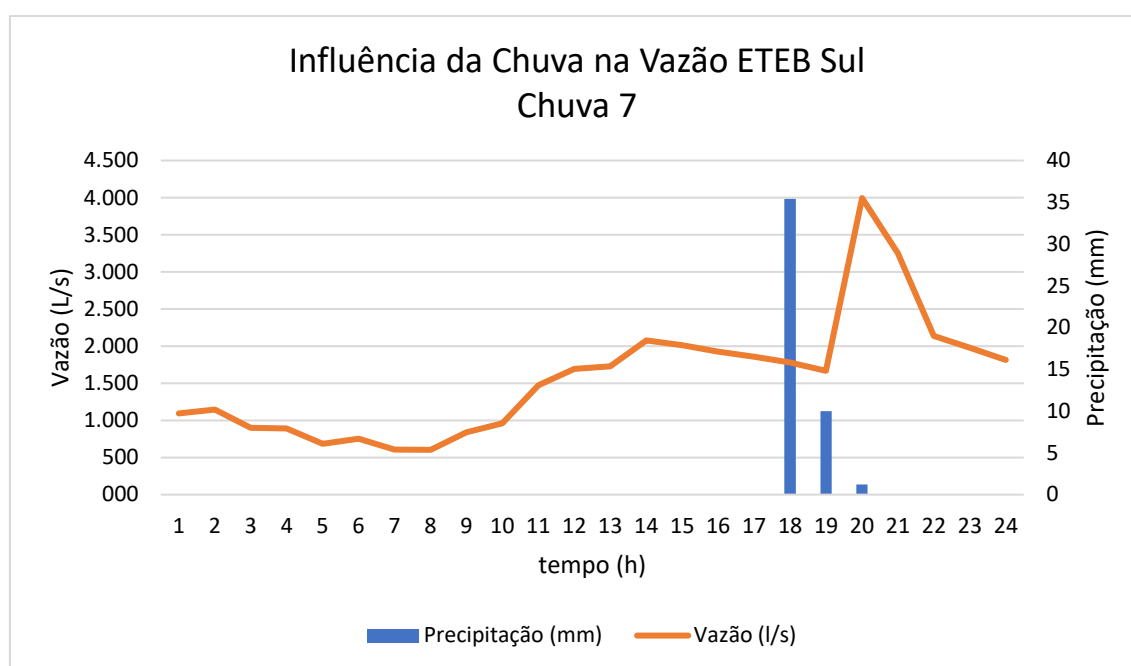


Figura 3-8- Influência da Chuva 7 na Vazão da ETEB Sul

Conforme os dados das planilhas, é obtido o quadro resumo da chuva 7, apresentado na Tabela 3-15.

Tabela 3-15 – Quadro resumo Chuva 7

| Chuva 7 – 19/11/2012 | Segunda-feira | |
|-----------------------------|----------------------|-----|
| Precipitação Total | 46,6 | mm |
| Vazão Média | 1.577,50 | L/s |
| Vazão Média Seca | 1.357,33 | L/s |
| Vazão Média Excedente | 220,03 | L/s |
| Volume excedente | 19.010,40 | m³ |

Os resultados obtidos de sobrecarga são apresentados na Tabela 3-16.

Tabela 3-16 – Análise da Sobrecarga para Chuva 7

| Sobrecarga da Chuva 7 | | Data 19/11/2012 | |
|------------------------------|-------------|------------------------|--------------------------|
| Tempo sobrecarregada | 13,00 horas | Volume tratado | 37.860,00 m ³ |
| Tempo de operação | 24,00 horas | Capacidade ETE Sul | 36.000,00 m ³ |
| S % | 54,17% | R % | 105,17% |

3.4.8 Chuva 8

As alturas da chuva 8 e as vazões de saída da ETEB Sul apresentadas em forma de gráfico (Figura 3-9), e os demais dados para o cálculo dos parâmetros das tabelas subsequentes (Tabela 3-17 e Tabela 3-18).

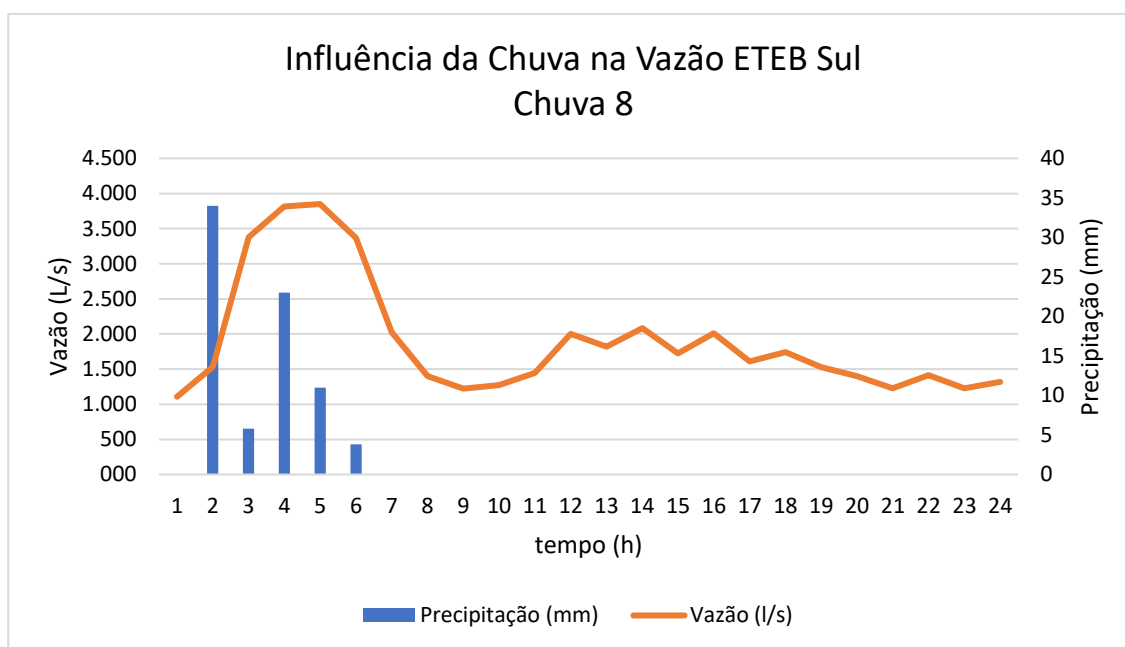


Figura 3-9- Influência da Chuva 8 na Vazão da ETEB Sul

Conforme os dados das planilhas, é obtido o quadro resumo da chuva 8, apresentado na Tabela 3-17.

Tabela 3-17 – Quadro resumo Chuva 8

| Chuva 8 – 17/10/2012 | Quarta-feira | |
|-----------------------------|---------------------|----------------|
| Precipitação Total | 77,6 | mm |
| Vazão Média | 1.896,83 | L/s |
| Vazão Média Seca | 1.160,70 | L/s |
| Vazão Média Excedente | 738,92 | L/s |
| Volume excedente | 63.842,40 | m ³ |

Os resultados obtidos de sobrecarga são apresentados na Tabela 3-18.

Tabela 3-18 – Análise da Sobrecarga para Chuva 8

| Sobrecarga da Chuva | | Data 17/10/2012 | |
|----------------------------|-------------|------------------------|--------------------------|
| Tempo sobrecarregada | 14,00 horas | Volume tratado | 45.524,00 m ³ |
| Tempo de operação | 24,00 horas | Capacidade ETE Sul | 36.000,00 m ³ |
| <i>S</i> % | 58,33% | <i>R</i> % | 126,46% |

3.5 Resultados Gerais

Por fim, com todas as chuvas, obtêm-se os pontos experimentais de volume de chuva e volume excedente gerado, apresentado na Tabela 3-19.

Tabela 3-19 – Pontos experimentais de todas as chuvas

| Evento | Volume excedente total (m³) |
|---------------|---|
| 1 | 65.581,20 |
| 3 | 38.031,90 |
| 4 | 4.484,40 |
| 5 | 74.265,60 |
| 6 | 21.189,60 |
| 7 | 19.010,40 |
| 8 | 63.842,40 |

Tabela 3-20 – Sobrecarga média das chuvas pesquisadas

| Sobrecarga média das chuvas pesquisadas | | | |
|--|-------------|-----------------------------|--------------------------|
| Tempo médio Sobrecarregada | 11,60 horas | Volume médio Tratado | 40.016,10 m ³ |
| Tempo médio de operação | 24,00 horas | Capacidade média ETE Sul | 36.000,00 m ³ |
| <i>S</i> _{médio} % | 48,33% | <i>R</i> _{médio} % | 111,16 % |

Portanto, a partir do conjunto de chuvas estudadas conclui-se que em um cenário suporte médio composto por uma chuva com uma lâmina total média de 57mm causaria, em 24 horas, uma carga de 111,16% na estação em que a ETEB Sul operaria 48,33%, quase 12 horas, acima de sua capacidade. O que deixa evidente a infiltração de águas pluviais na rede durante um evento chuvoso e confirma a hipótese dessa primeira etapa do projeto.

4 Etapa 2: Avaliação dos impactos operacionais

Para essa etapa, considera-se a descrição realizada no item 2 da revisão bibliográfica, em que é detalhada a operação da ETEB Sul e do manejo da vazão de sobrecarga nos momentos de picos já vistos. Agora, o foco seria determinar quais são os principais recursos impactados pela operação do tratamento dessa vazão suplementar.

Durante a chegada da vazão afluente, ocorre um limite de chegada de 4000L/s na ETEB Sul, já que qualquer vazão acima desse limite verte diretamente para o by-pass, o que ocorre raramente no caso das chuvas excepcionalmente mais intensas. Esse fato influencia negativamente as análises que estão por vir, pois alivia a sobrecarga de pico dessas chuvas que foi demonstrada na etapa anterior.

Assim, é necessário saber se essas vazões de afluentes durante chuvas representam um volume a mais significativo durante um período maior de tempo, por exemplo, um mês chuvoso. Fazendo um somatório de todas as vazões horárias (Q_h) que estão em multiplicadas por 3600 segundos/hora, resulta-se no volume tratado por dia em metros cúbicos.

$$Q_{dia} = \sum Q_{horária} * \left(\frac{3600}{1000}\right) \quad (4-1)$$

E realizando os somatórios desses volumes tratados por dia, têm-se os volumes tratados mensais.

$$Q_{mês} = \sum Q_{dia} \quad (4-2)$$

A seguir, na tabela 4-1, será demonstrada a relação de volume tratado total da ETE durante cada mês.

Tabela 4-1 – Volumes mensais tratados

| Volumes mensais tratados (10⁶m³) | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Mês | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Janeiro | 3,32 | 3,41 | 2,97 | 2,79 | 4,44 |
| Fevereiro | 2,96 | 2,94 | 2,83 | 2,56 | 3,91 |
| Março | 3,35 | 3,35 | 3,52 | 3,26 | 4,53 |
| Abril | 3,03 | 3,17 | 3,50 | 3,39 | 3,45 |
| Maio | 1,04 | 1,84 | 1,73 | 3,99 | 1,63 |
| Junho | 2,65 | 2,61 | 0,00 | 3,55 | 0,00 |
| Julho | 2,52 | 2,48 | 2,37 | 3,51 | 0,00 |
| Agosto | 2,72 | 2,60 | 2,72 | 3,44 | 1,71 |
| Setembro | 2,73 | 2,60 | 2,72 | 3,60 | 3,24 |
| Outubro | 3,01 | 2,71 | 2,95 | 3,84 | 3,45 |
| Novembro | 3,60 | 3,00 | 3,07 | 3,98 | 3,57 |
| Dezembro | 3,17 | 3,32 | 3,42 | 3,98 | 3,63 |
| TOTAL | 34,10 | 34,04 | 31,81 | 41,89 | 33,57 |

* Os meses com valores nulos são decorrentes de meses de greve.

Posteriormente, todas as análises serão feitas comparando os quantitativos com as precipitações mensais (P_{mensal}) que são obtidas realizando o somatório de todas as precipitações diárias (P_{dia}) do pluviógrafo amostral. Da mesma forma, as precipitações diárias são obtidas realizando o somatório das precipitações horárias, mostradas na Etapa 1.

$$P_{dia} = \sum P_{horária} \quad (4-3)$$

$$P_{mensal} = \sum P_{dia} \quad (4-4)$$

Assim, as precipitações mensais dos cinco anos de estudo são demonstradas na tabela 4-2.

Tabela 4-2 – Precipitações Mensais

| | Precipitações Mensais (mm) | | | | | |
|------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | Média |
| Janeiro | 249 | 453 | 136 | 81 | 345 | 253 |
| Fevereiro | 105 | 156 | 125 | 121 | 80 | 117 |
| Março | 183 | 169 | 306 | 290 | 125 | 215 |
| Abril | 110 | 89 | 216 | 206 | 10 | 126 |
| Maio | 40 | 21 | 2 | 30 | 3 | 19 |
| Junho | 2 | 6 | 8 | 0 | 0 | 3 |
| Julho | 0 | 0 | 7 | 1 | 0 | 2 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 3 |
| Setembro | 31 | 69 | 15 | 19 | 53 | 37 |
| Outubro | 99 | 75 | 160 | 43 | 89 | 93 |
| Novembro | 358 | 250 | 180 | 163 | 267 | 244 |
| Dezembro | 131 | 308 | 321 | 133 | 151 | 209 |
| Total | 1.307 | 1.595 | 1.475 | 1.088 | 1.141 | 1.321 |

A partir da tabela 4-2, definem-se os meses mais secos que terão sua média tomada como base para todas as demais análises, portanto os meses mais secos de cada ano são mostrados na tabela 4-3.

Tabela 4-3 – Meses mais secos

| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Seco 1 | Agosto | Agosto | Agosto | Agosto | Julho |
| Seco 2 | Julho | Julho | Julho | Julho | Junho |
| Seco 3 | Junho | Junho | Maio | Junho | Maio |

4.1 Impacto no Volume Tratado

Na primeira etapa do estudo, constatou-se que, em um evento chuvoso, há um aumento expressivo na vazão de tratamento da ETE. Agora, o objetivo é analisar um período de tempo maior, de um ano, para verificar se esse acréscimo de vazão em um evento isolado representa um aumento significativo no volume de tratamento da estação.

Primeiramente, somou-se todos os volumes tratados do hidrograma da ETEB Sul, afim de obter os volumes tratados mensais a partir das equações 4-5 e 4-6.

$$V_{dia} = \sum V_{horário} = \sum \left(Q_{horária} * \frac{3600}{1000} \right) \quad (4-5)$$

$$V_{mensal} = \sum V_{dia} \quad (4-6)$$

Onde $Q_{horária}$ é a vazão horária em m^3/s , $V_{horário}$ é o volume horário em m^3 , V_{dia} é o volume diário de cada mês e V_{mensal} é o volume mensal tratado.

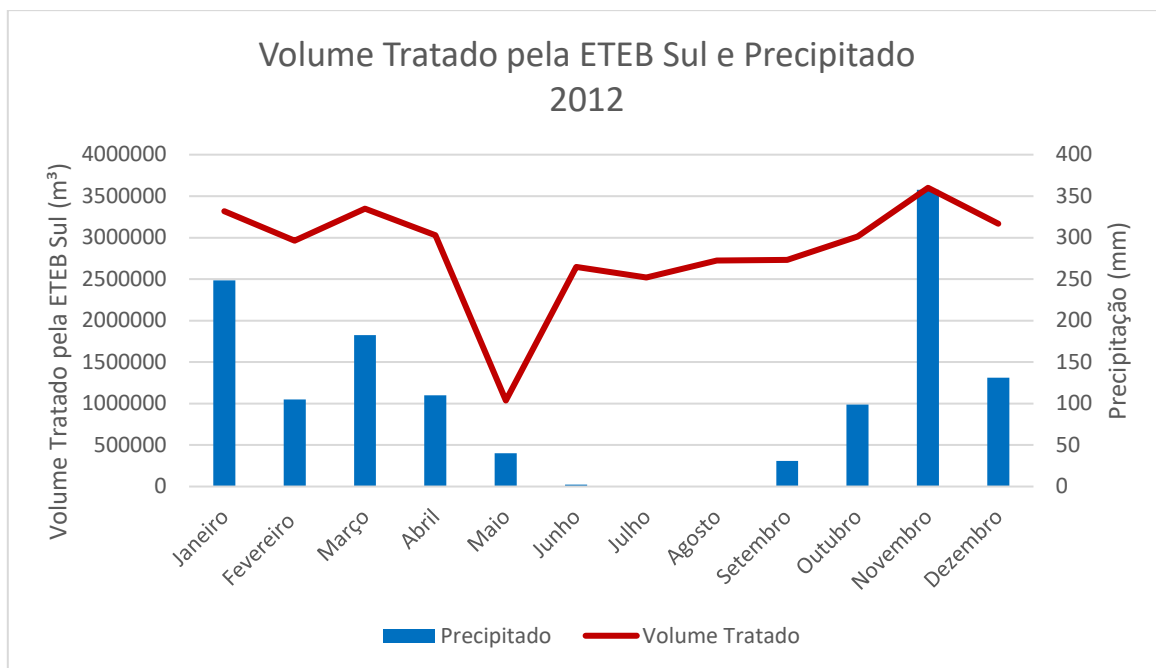


Figura 4-1- Comparação de chuvas com volumes tratados mensais em 2012

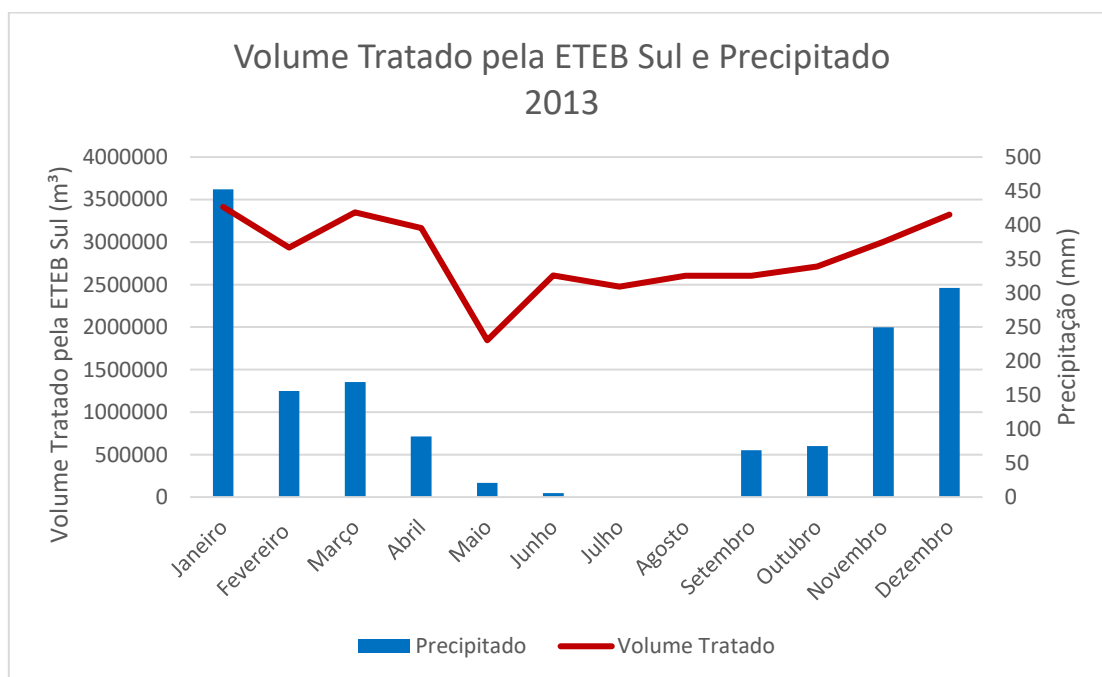


Figura 4-2- Comparação de chuvas com volumes tratados mensais em 2013

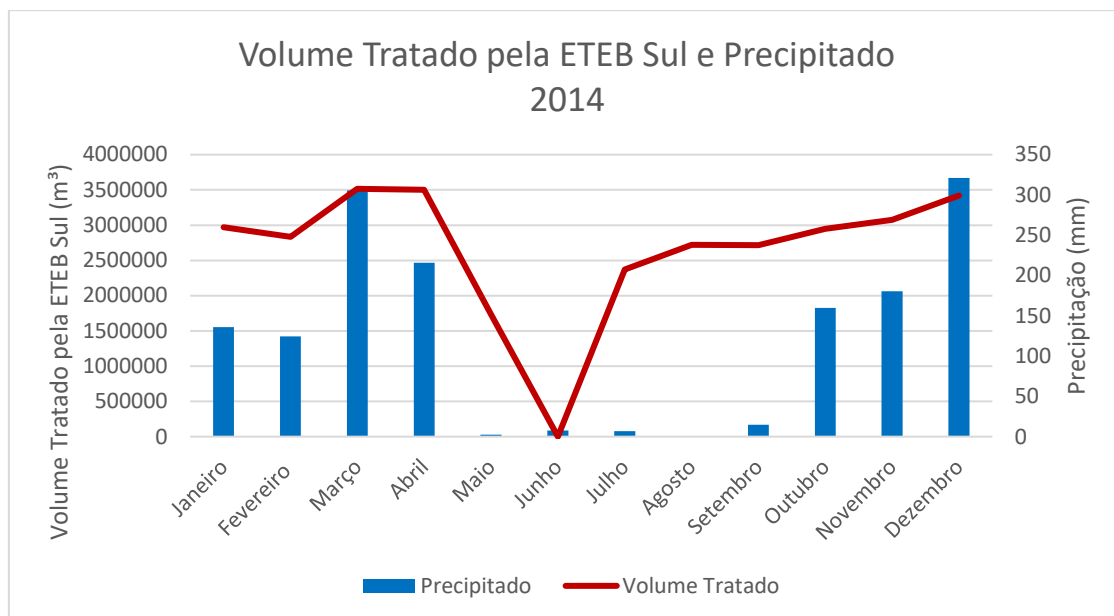


Figura 4-3- Comparação de chuvas com volumes tratados mensais em 2014

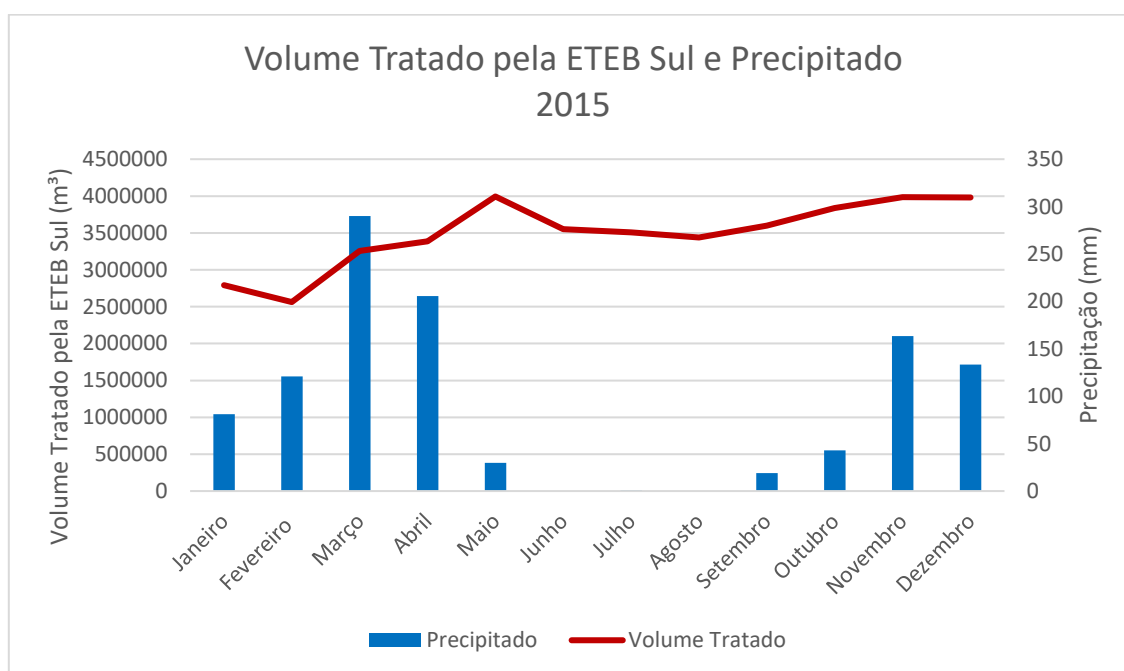


Figura 4-4- Comparação de chuvas com volumes tratados mensais em 2015

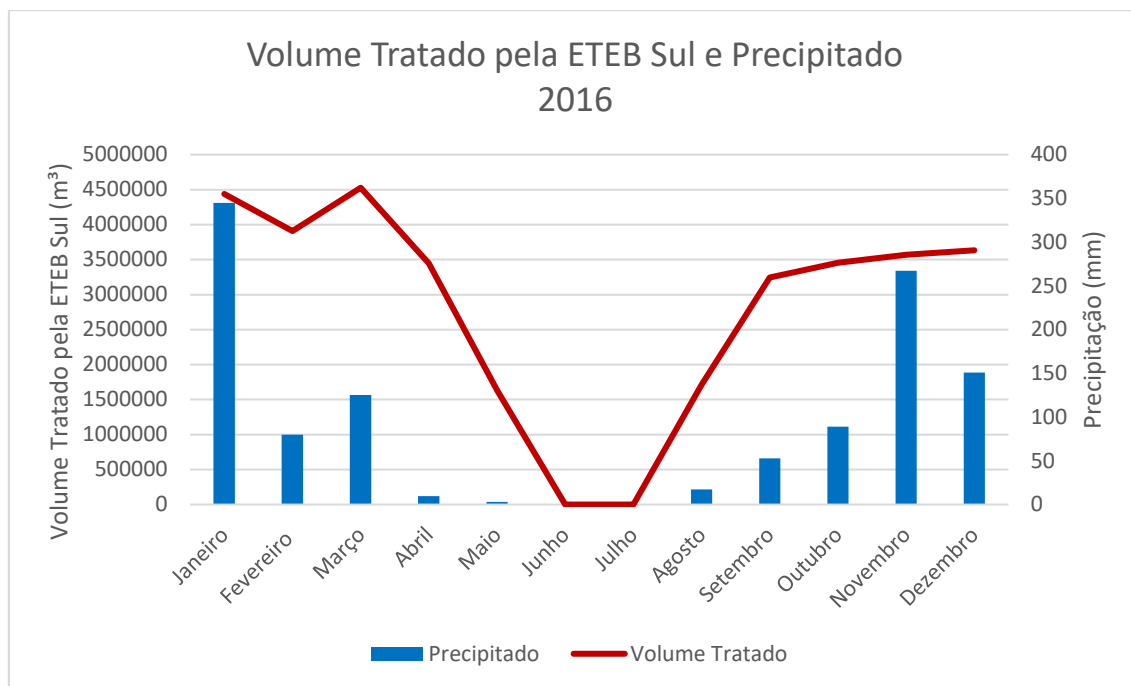


Figura 4-5- Comparação de chuvas mensais com volume tratado em 2016

Os meses com valores nulos são resultados de meses de greve em que não foram feitas as medições das vazões de efluentes horárias. É bem claro que, em períodos chuvosos os volumes tratados são elevados em comparação com os meses secos. Para uma análise mais precisa, comparou-se os volumes mensais tratados com a média dos três meses mais secos definidos na tabela 4-3 (tomando o cuidado de não incluir um mês de greve na média seca).

Assim, o volume excedente anual devido à infiltração do sistema pluvial no volume de tratamento da ETE pode ser estimado pela equação 4-7. E o aumento percentual pela equação 4-8.

$$V_{excedente} = \sum V_{mensal} - V_{m,seco} * 12 \quad (4-7)$$

$$V_{excedente} \% = \frac{V_{excedente}}{V_{m,seco} * 12} * 100 \quad (4-8)$$

Onde $V_{excedente}$ é o volume excedente, $V_{tratado}$ é o volume tratado de cada mês e $V_{m,seco}$ é o volume médio dos três meses mais secos.

Os resultados são expostos na tabela 4-4.

Tabela 4-4 – Quadro resumos dos volumes tratados

| Volumes mensais Tratados (10^6m^3) | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Mês | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Janeiro | 3,32 | 3,41 | 2,97 | 2,79 | 4,44 |
| Fevereiro | 2,96 | 2,94 | 2,83 | 2,56 | 3,91 |
| Março | 3,35 | 3,35 | 3,52 | 3,26 | 4,53 |
| Abril | 3,03 | 3,17 | 3,50 | 3,39 | 3,45 |
| Mai | 1,04 | 1,84 | 1,73 | 3,99 | 1,63 |
| Junho | 2,65 | 2,61 | 0,00 | 3,55 | 0,00 |
| Julho | 2,52 | 2,48 | 2,37 | 3,51 | 0,00 |
| Agosto | 2,72 | 2,60 | 2,72 | 3,44 | 1,71 |
| Setembro | 2,73 | 2,60 | 2,72 | 3,60 | 3,24 |
| Outubro | 3,01 | 2,71 | 2,95 | 3,84 | 3,45 |
| Novembro | 3,60 | 3,00 | 3,07 | 3,98 | 3,57 |
| Dezembro | 3,17 | 3,32 | 3,42 | 3,98 | 3,63 |
| TOTAL ANUAL | 34,10 | 34,04 | 31,81 | 41,89 | 33,57 |
| Média Seca | 2,63 | 2,56 | 2,28 | 3,50 | 0,54 |
| Volume Excedente | 2,53 | 3,29 | 4,50 | -0,11 | 27,03 |
| Volume Excedente % | 8,0% | 10,7% | 16,5% | -0,3% | 413,4% |

Não foi possível fazer uma boa análise para o ano de 2016, pois ocorreram as greves justamente nos meses secos.

Assim, pela comparação foi possível constatar o acréscimo de volume tratado pelo volume excedente, o que confirma que o volume de água de chuva infiltrado na rede é bastante relevante em períodos maiores de tempo, cerca de 2,9 milhões de metros cúbicos por ano, assim como em eventos chuvosos isolados como já demonstrado.

A partir desse fato, o próximo passo é analisar o impacto desses acréscimos de volume nos principais custos da ETE (Consumo de energia, consumo de produto químico, manutenção e mão de obra).

4.2 Consumo de Energia

Para a análise do consumo de energia, foram obtidos os dados de consumo registrados pelas contas de luz da estação, através do sistema de Gerência de Contratos e Negócios (GECEN), durante os anos de 2012 a 2016. Como será analisada uma quantidade muito grande de dados, todas as análises serão feitas comparando os dados mensais com as precipitações mensais no mesmo gráfico, para uma maior facilidade visual da relação entre os dados dos meses chuvosos e secos. Após a coleta e tabulação de todos os dados, foram gerados os seguintes gráficos.

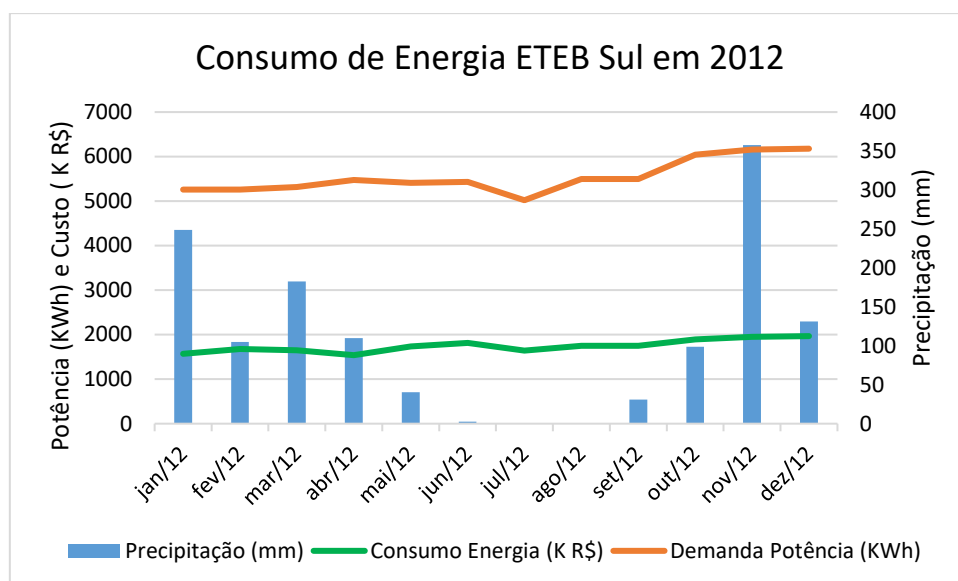


Figura 4-6 - Consumo de energia da ETEB Sul em 2012

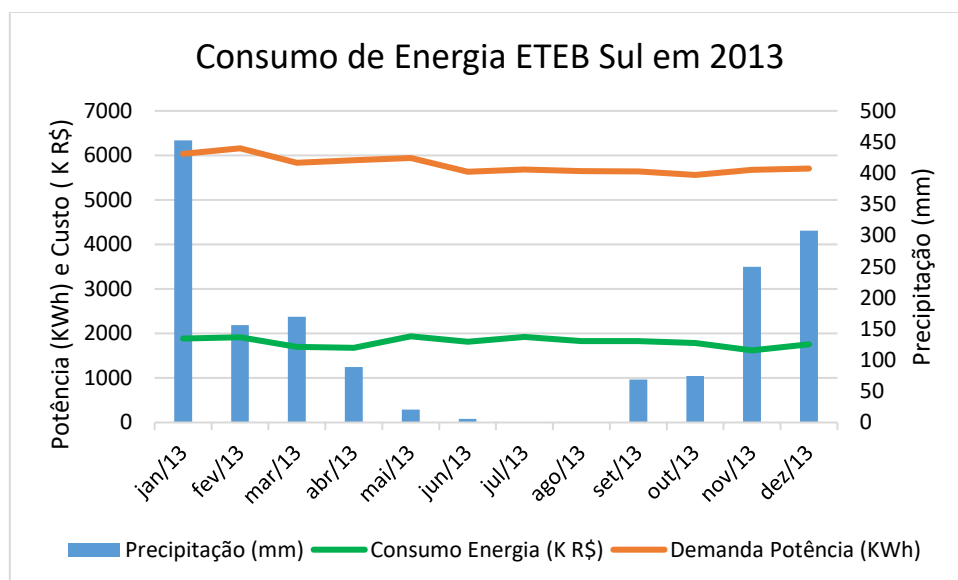


Figura 4-7 - Consumo de energia da ETEB Sul em 2013

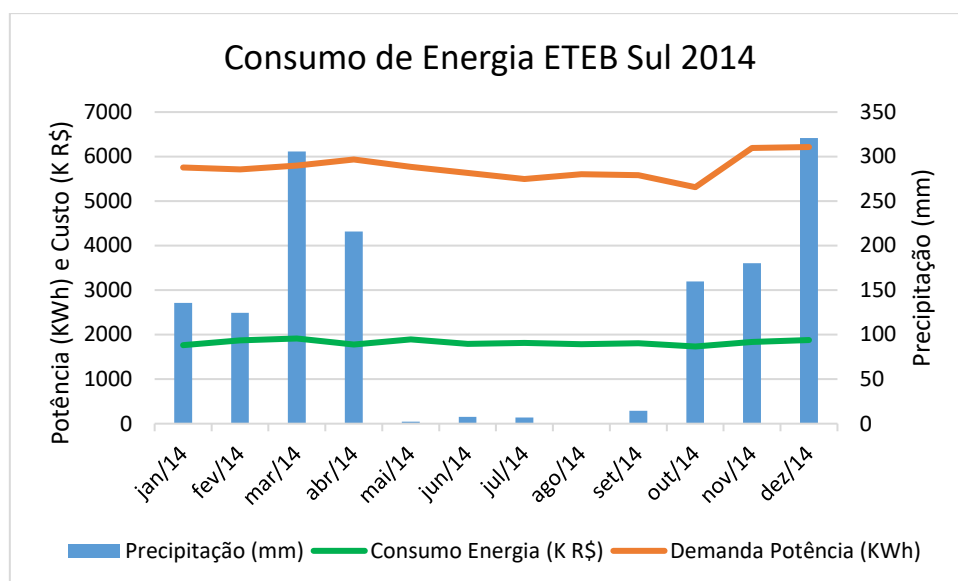


Figura 4-8 - Consumo de energia da ETEB Sul em 2014

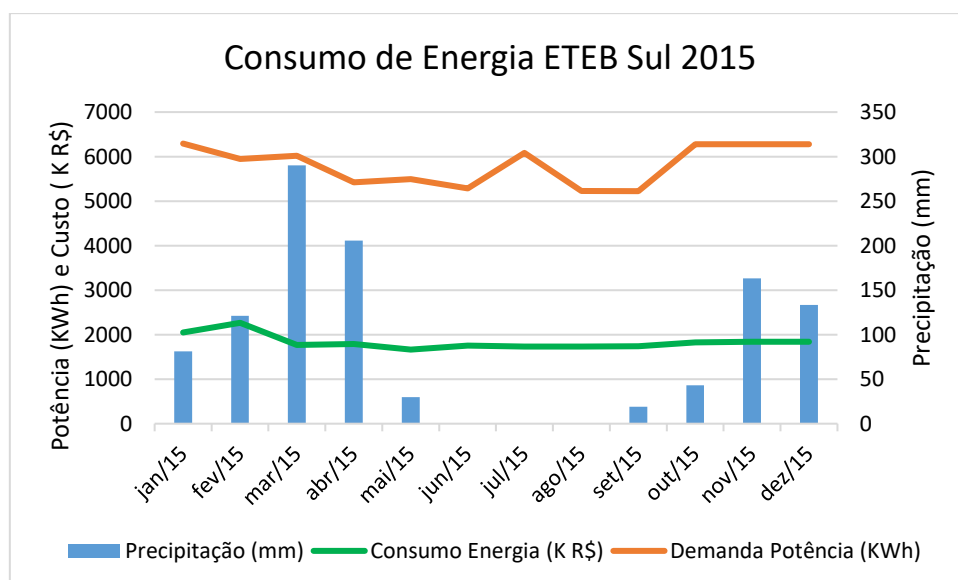


Figura 4-9 - Consumo de energia da ETEB Sul em 2015

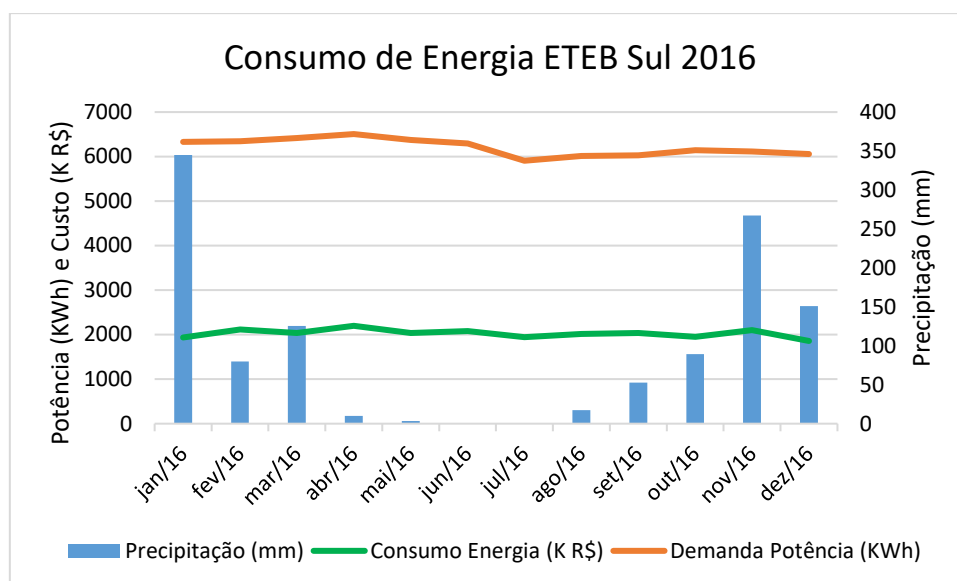


Figura 4-10 - Consumo de energia da ETEB Sul em 2016

É claro nos gráficos que o consumo de energia segue um padrão constante, ou seja, o aumento de vazão tratada parece não impactar diretamente no consumo de energia da ETE. Durante os meses chuvosos, não há um aumento expressivo nos valores de consumo. Entretanto, com um aumento de vazão afluyente é provável que as estações elevatórias que apoiam a ETEB Sul sofram mais para recalcar todo esse volume e por consequências serão os alvos dos impactos operacionais.

A seguir, serão representadas todas as elevatórias que apoiam a ETEB Sul e suas respectivas localizações.

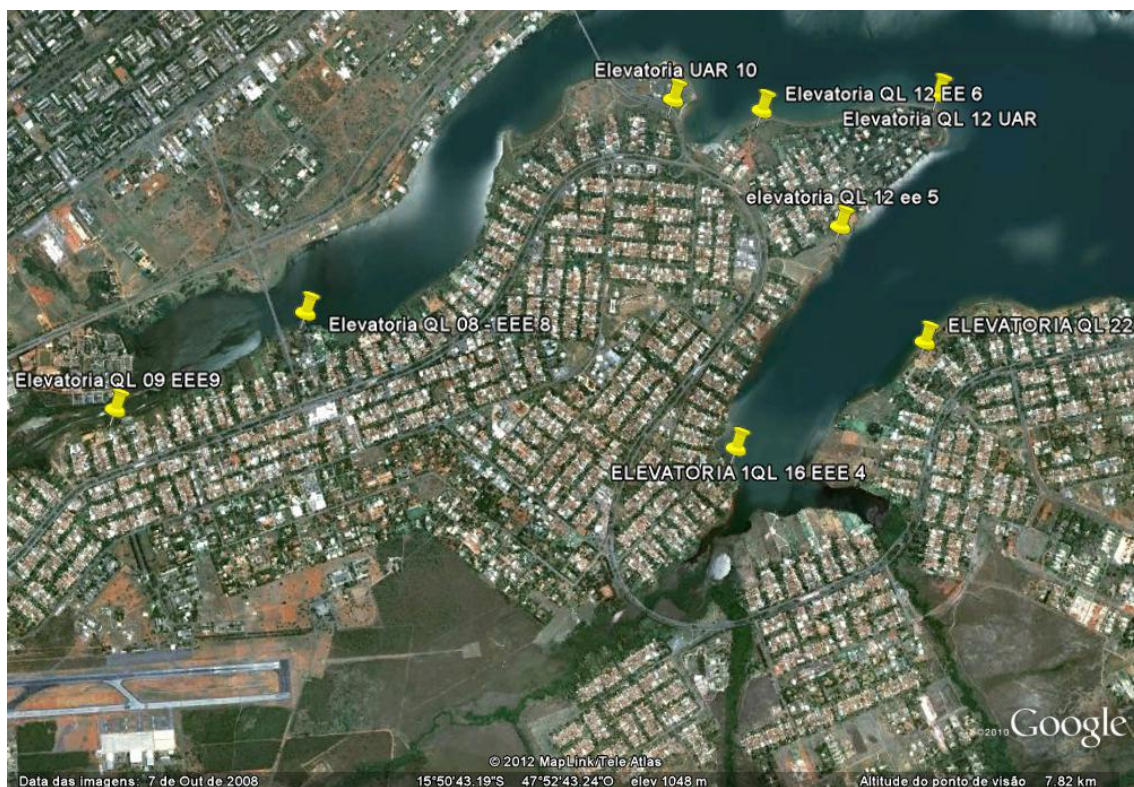


Figura 4-11 – Estações elevatórias do Lago Sul



Figura 4-12 – Estações elevatórias do Guará e Águas Claras 1



Figura 4-13 – Estações elevatórias Estrutural 1 e 2

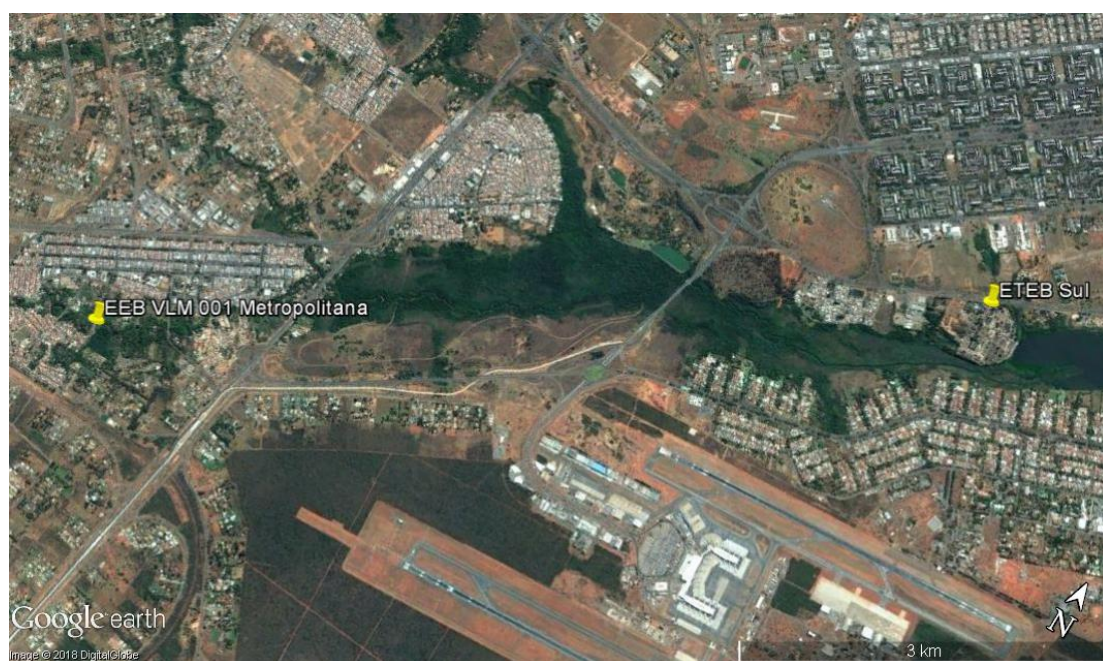


Figura 4-14 – Estação elevatória Metropolitana



Figura 4-15 – Estações elevatórias Pier 21 e TST

Com o acesso aos dados de volume recalcado, consumo de energia e custo de energia dessas estações elevatórias, foi possível realizar a análise comparativa precisa entre os meses secos e chuvosos, determinando, assim, os acréscimos gerados pelos eventos chuvosos em cada um desses quesitos, assim como foi feito para a ETE.



Figura 4-16 – Bombas da Estação elevatória na ETEB Sul

Para a análise, somente foram obtidos os dados das estações elevatórias no período de 2 anos (2012 e 2013), que estão listados no anexo 1 e, a seguir, os gráficos seguidos de suas análises.

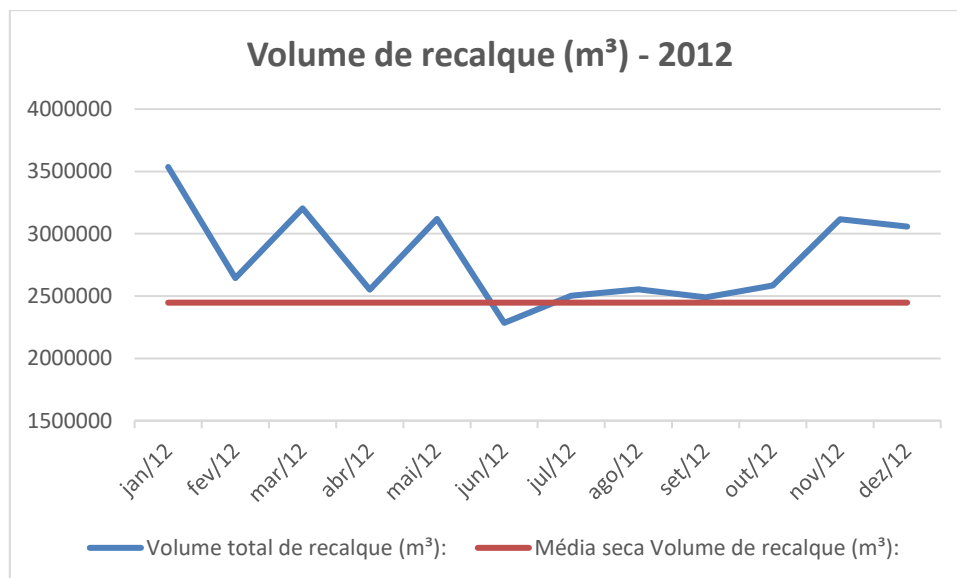


Figura 4-17 – Volume recalcado das Estações Elevatórias em 2012

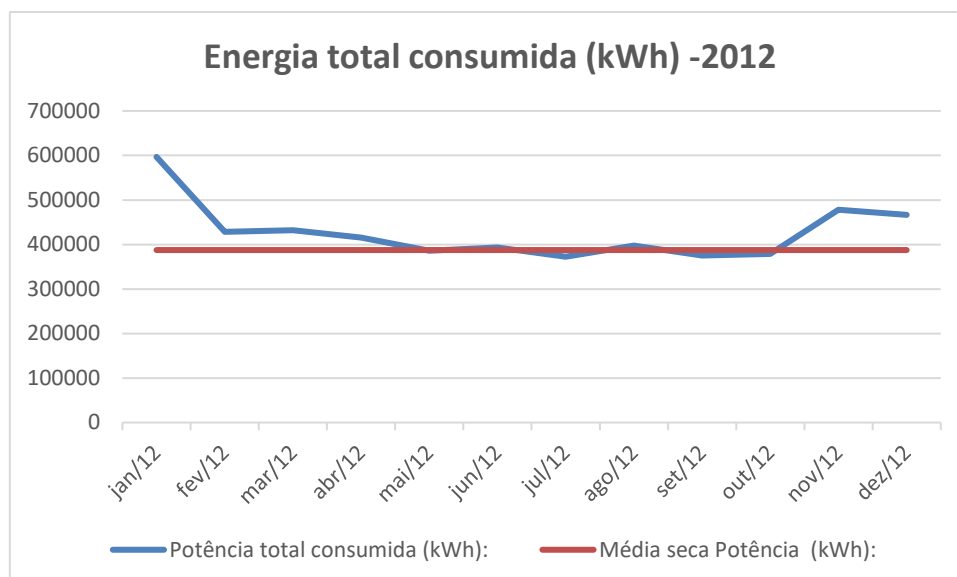


Figura 4-18 – Energia total consumida das Estações Elevatórias em 2012

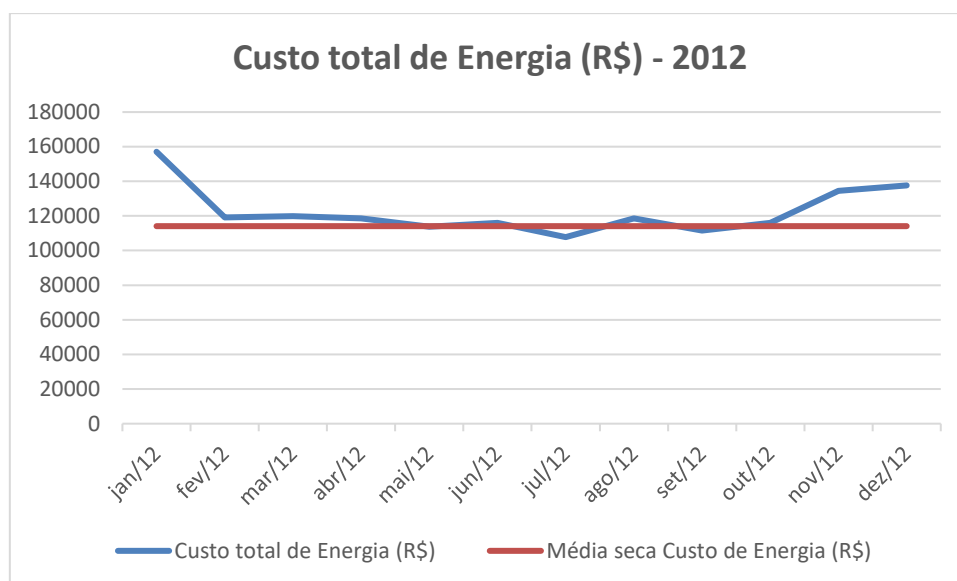


Figura 4-19 – Custo de energia consumida das Estações Elevatórias em 2012

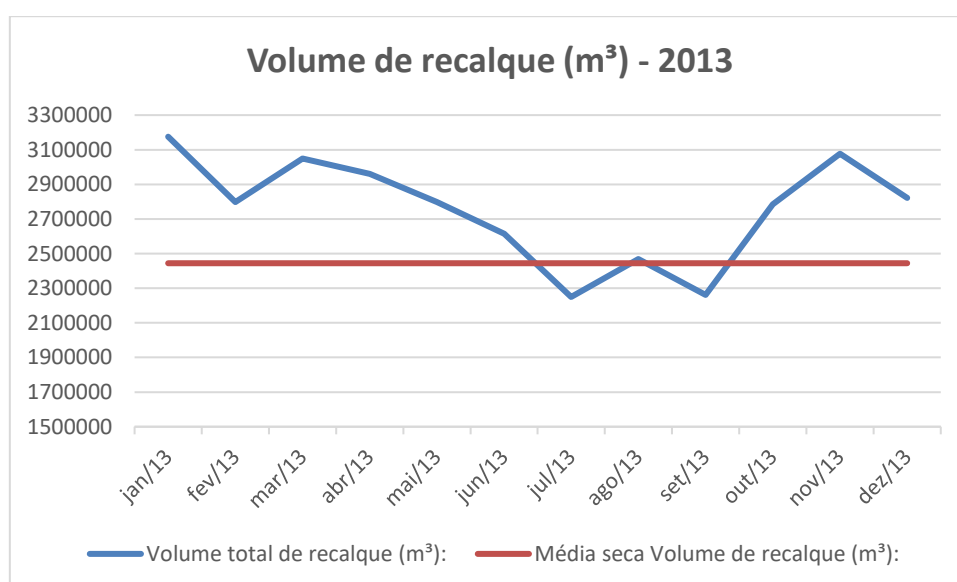


Figura 4-20 – Volume recalcado das Estações Elevatórias em 2013

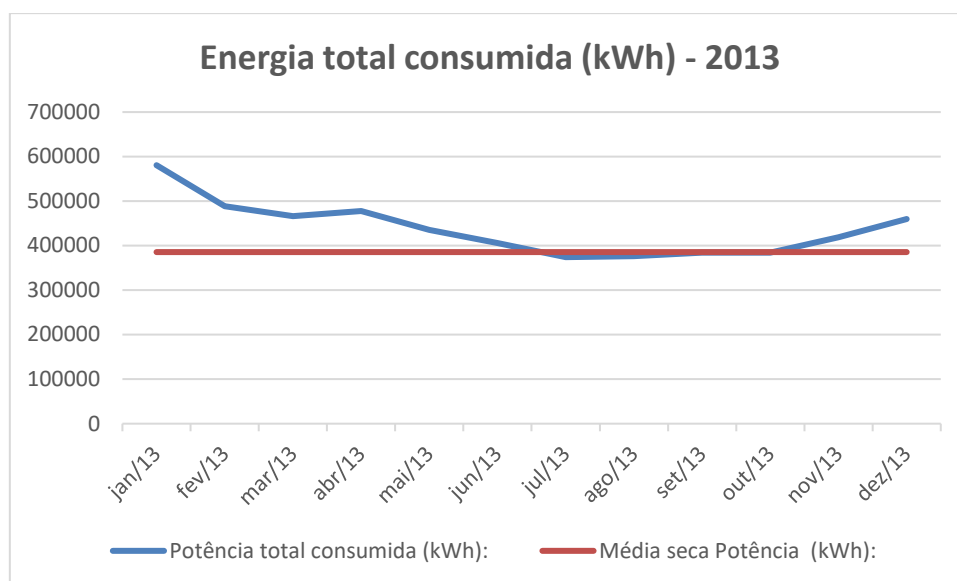


Figura 4-21 – Energia total consumida das Estações Elevatórias em 2013

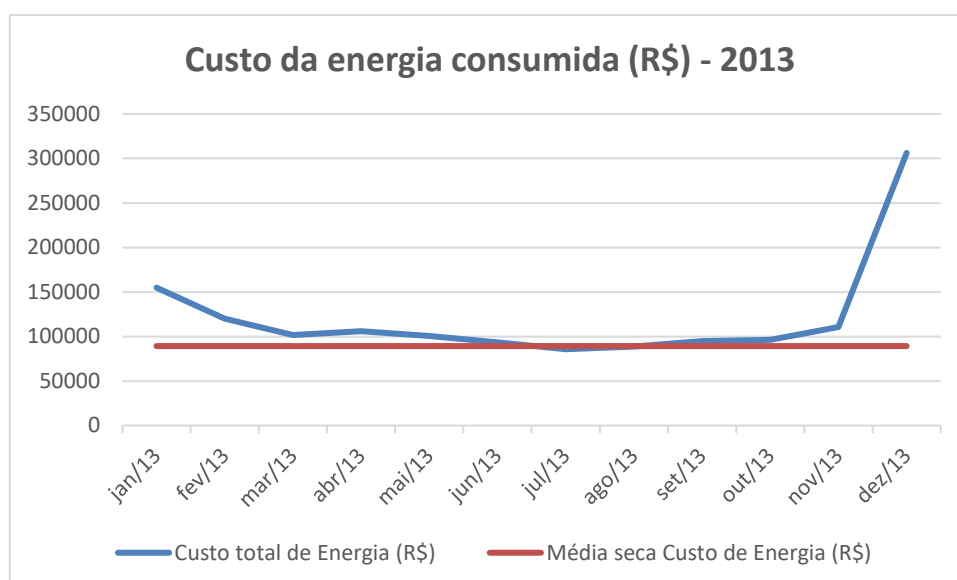


Figura 4-22 – Custo de energia consumida das Estações Elevatórias em 2013

A média seca representa os valores sem interferência dos eventos chuvosos, portanto com a diferença dos valores de cada mês e a média seca, temos os acréscimos totais decorrentes da infiltração d'água na rede. Já o aumento percentual leva em consideração a porcentagem do acréscimo em relação à média seca. As tabelas 4-5 e 4-6 apresentam os resultados obtidos.

Tabela 4-5 – Resultados de acréscimo das EE de 2012

| AUMENTO DEVIDO AOS PERÍODOS CHUVOSOS | AUMENTO PERCENTUAL EM RELAÇÃO À MÉDIA SECA |
|--|---|
| Acréscimo Volume recalque (m³): 4.277.900 | Aumento % Volume recalque (m³): 14,57% |
| Acréscimo Custo de Energia (R\$): 101.145,00 | Aumento % Custo de Energia (R\$): 7,39% |
| Acréscimo Potência (kWh): 468.750 | Aumento % Potência (kWh): 10,08% |

Tabela 4-6 – Resultados de acréscimo das EE de 2013

| AUMENTO DEVIDO AOS PERÍODOS CHUVOSOS | AUMENTO PERCENTUAL EM RELAÇÃO À MÉDIA SECA |
|--|---|
| Acréscimo Volume recalque (m³): 3.723.202 | Aumento % Volume recalque (m³): 12,69% |
| Acréscimo Custo de Energia (R\$): 387.944,00 | Aumento % Custo de Energia (R\$): 36,22% |
| Acréscimo de Potência (kWh): 625.522 | Aumento % Potência (kWh): 13,52% |

Conclui-se que, no ano de 2012 houve um aumento de aproximadamente 15% no volume recalcado o que gerou um aumento de 10,0% na energia consumida das bombas estações elevatórias e 7,4% do seu custo. Já no ano de 2013, houve um aumento de aproximadamente 13% no volume recalcado o que gerou um aumento de 13,5% na energia consumida das bombas estações elevatórias e 36,2% do seu custo. O que revela o impacto direto das infiltrações da rede coletora nas estações elevatórias.

4.3 Produtos Químicos

Os produtos químicos são associados ao tratamento terciário, na ETEB Sul, para remoção de carga orgânica, microrganismos e nutrientes, como nitrogênio e fósforo, que podem potencializar, isoladamente ou em conjunto, a degradação do corpo d'água receptor.

Os dois tipos de produtos químicos utilizados na etapa de remoção de nutrientes são: (1) Sulfato de Alumínio, sua dosagem no processo se dá por meio de uma tubulação perfurada sobre o ponto crítico do ressalto hidráulico da Calha Parshall e assume quantidades variáveis em sua aplicação, de acordo com as variações de vazões. (2) Polieletrólito Aniônico, aplicada na caixa difusora de fluxos dos flotores, localizado no polimento final.



Figura 4-23 – Carregamento e Armazenamento de Sulfato de Alumínio na ETEB Sul

Os outros produtos químicos utilizados no processo de tratamento são a cal hidratada e o Polieletrólito Catiônico, ambos aplicados na etapa de desidratação mecânica e leitos de secagem.

A mesma análise anterior será realizada para o consumo desses produtos químicos, fazendo a comparação entre o consumo de cada mês e a média dos meses mais secos. A seguir, é apresentada a distribuição do consumo dos produtos químicos ao longo dos 5 anos de análise em comparação às lâminas precipitadas.

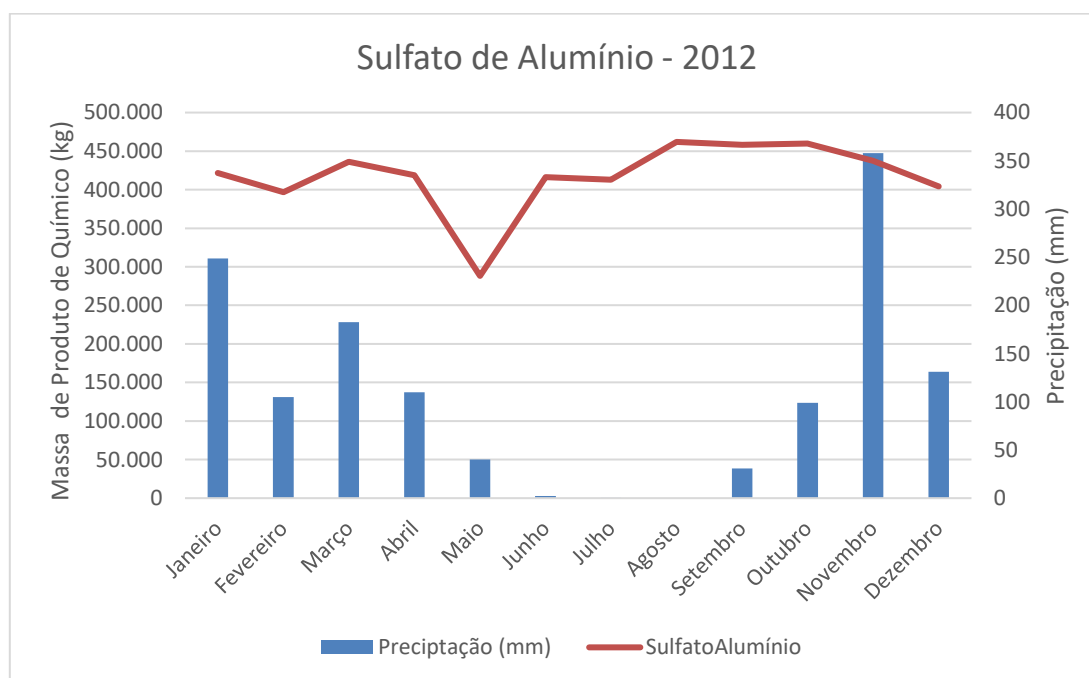


Figura 4-24 – Consumo de Sulfato de Alumínio em 2012

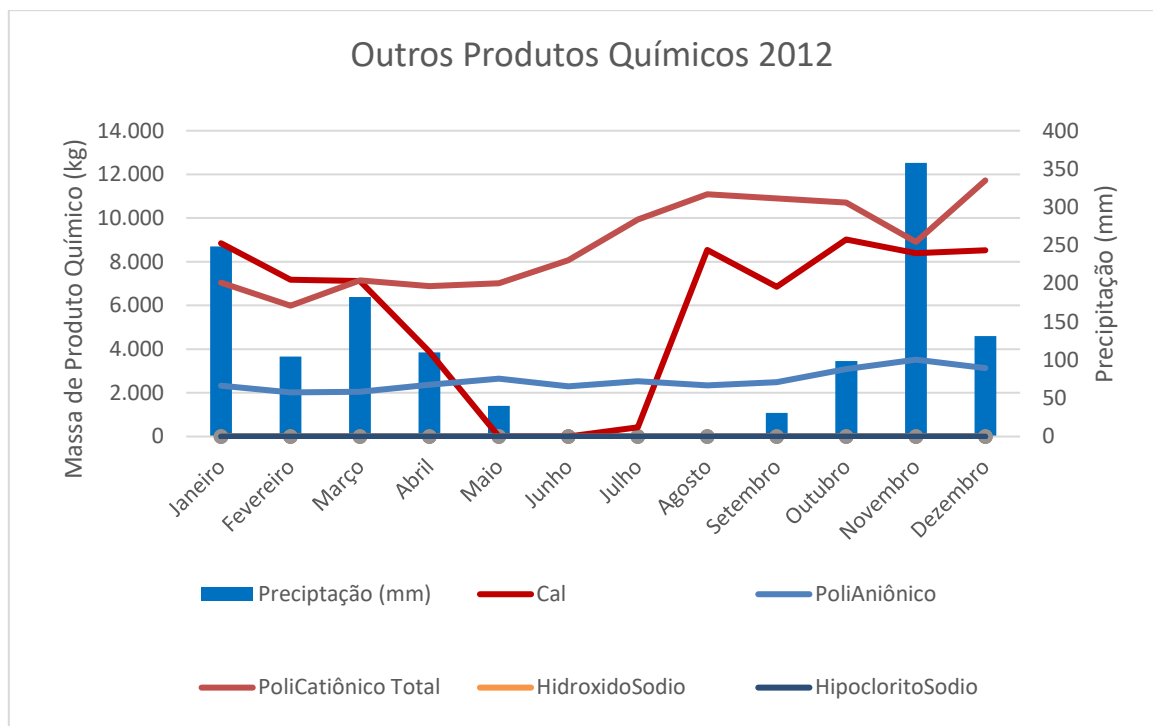


Figura 4-25 – Consumo dos demais produtos químicos em 2012

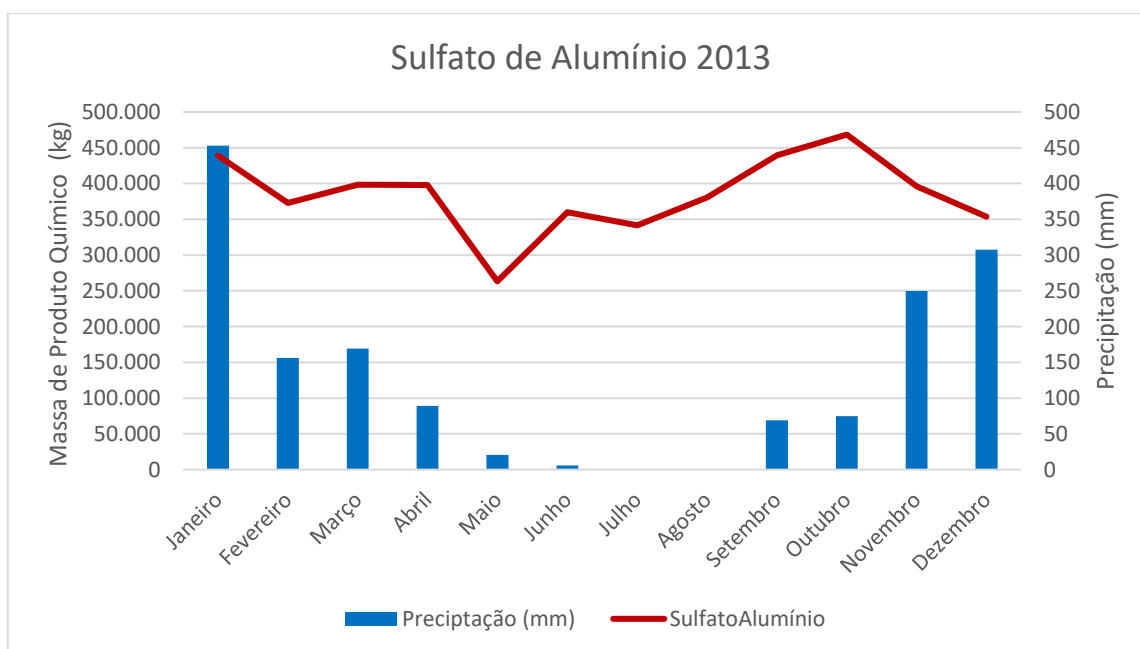


Figura 4-26 – Consumo de Sulfato de Alumínio em 2013

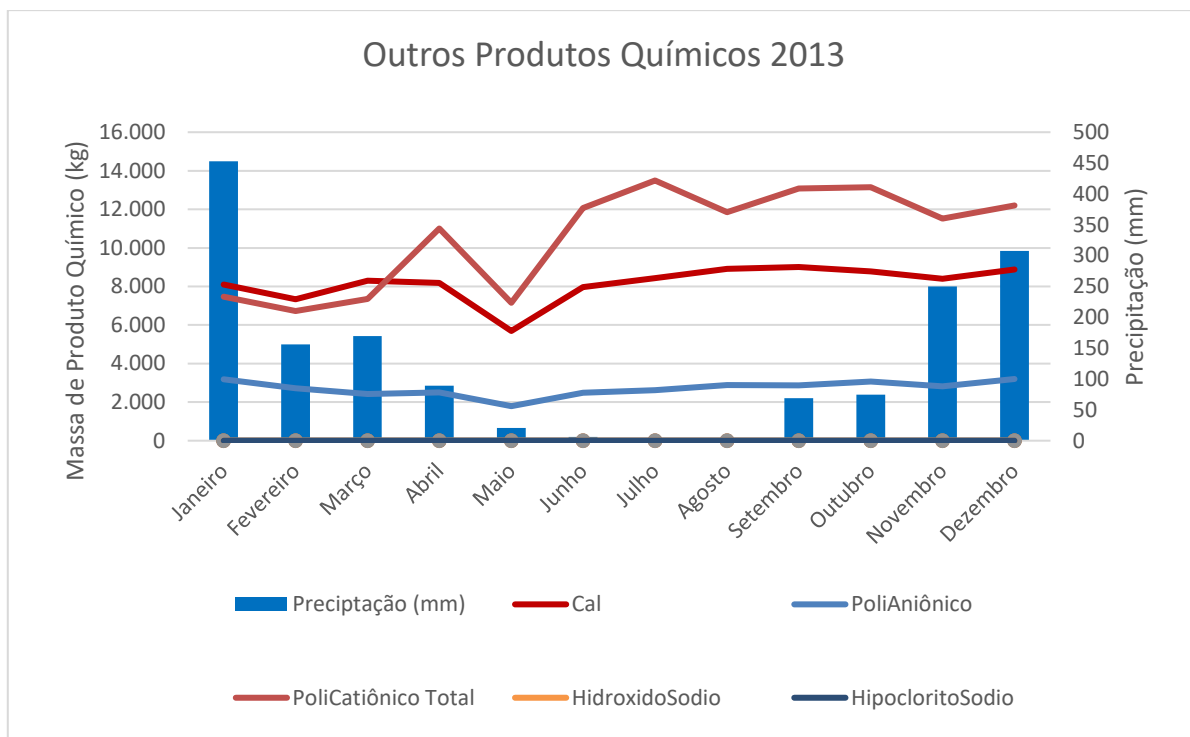


Figura 4-27 – Consumo dos demais produtos químicos em 2013

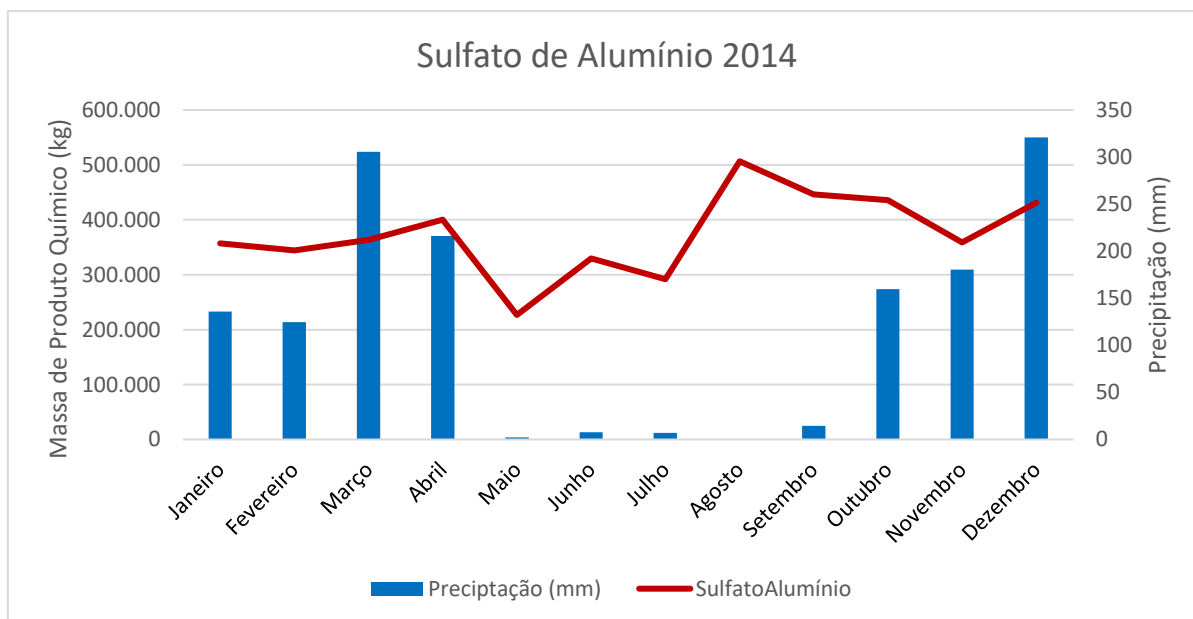


Figura 4-28 – Consumo de Sulfato de Alumínio em 2014

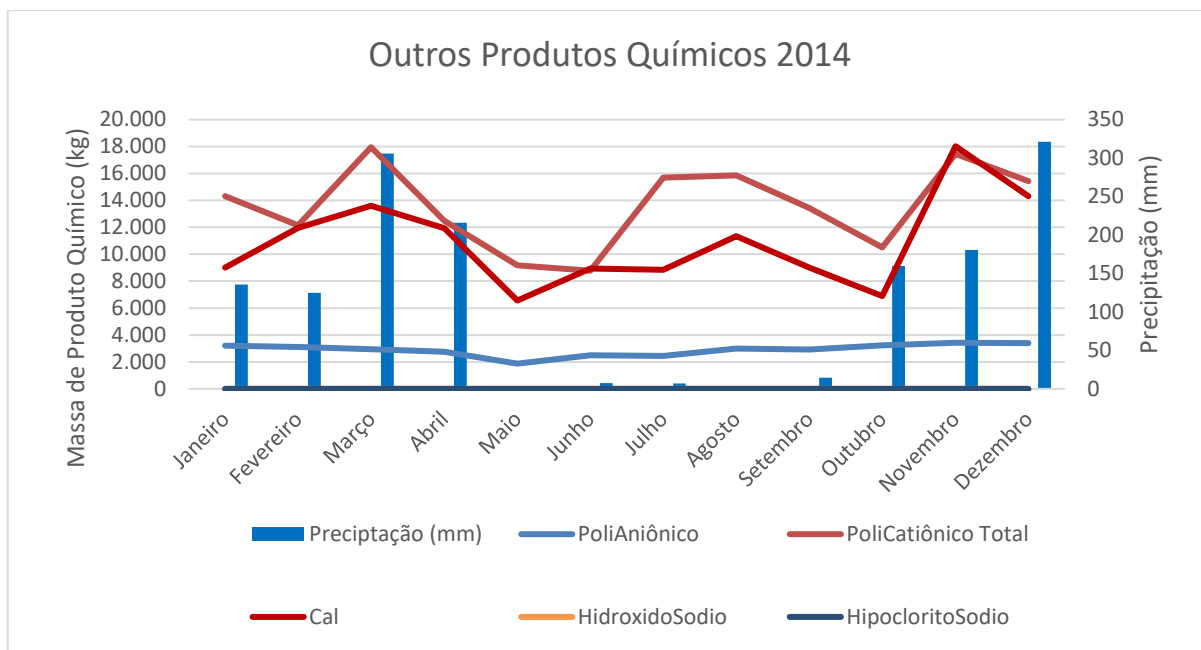


Figura 4-29 – Consumo dos demais produtos químicos em 2014

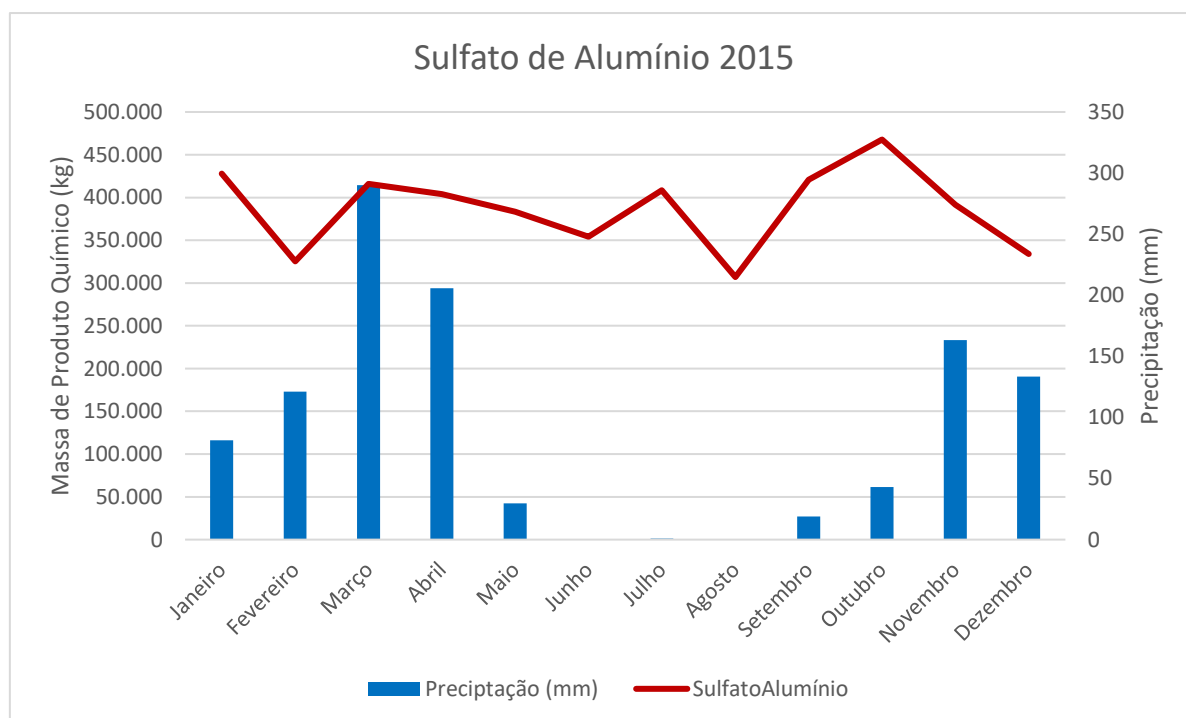


Figura 4-30 – Consumo de Sulfato de Alumínio em 2015

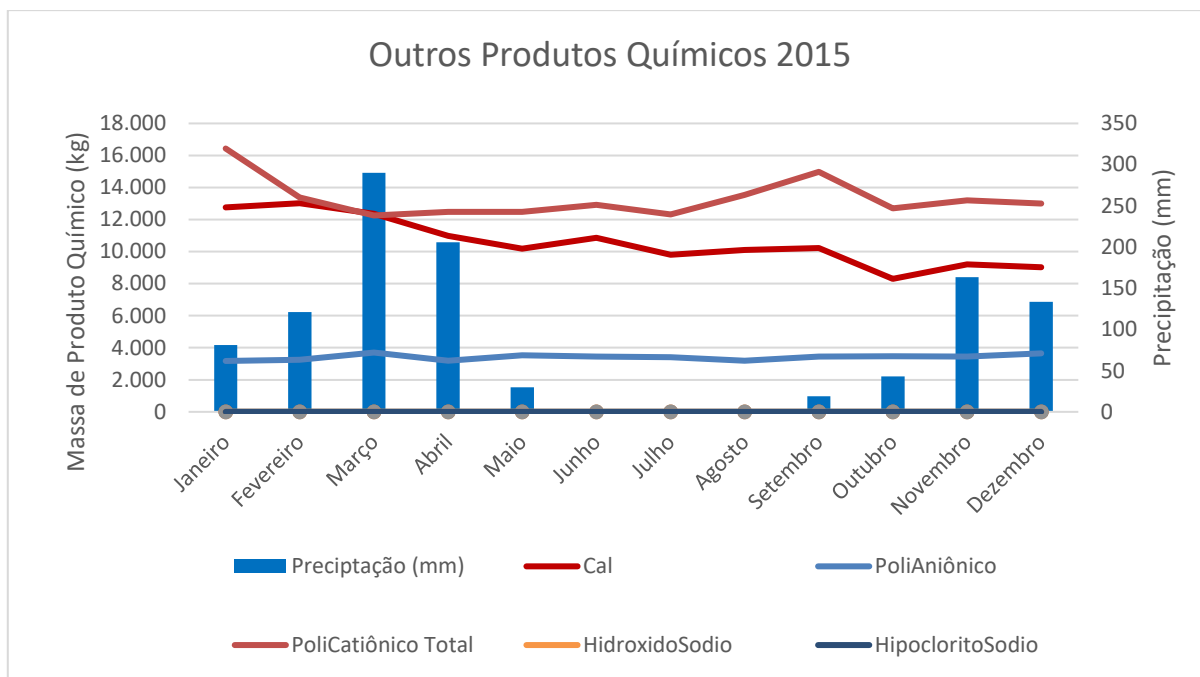


Figura 4-31 – Consumo dos demais produtos químicos em 2015

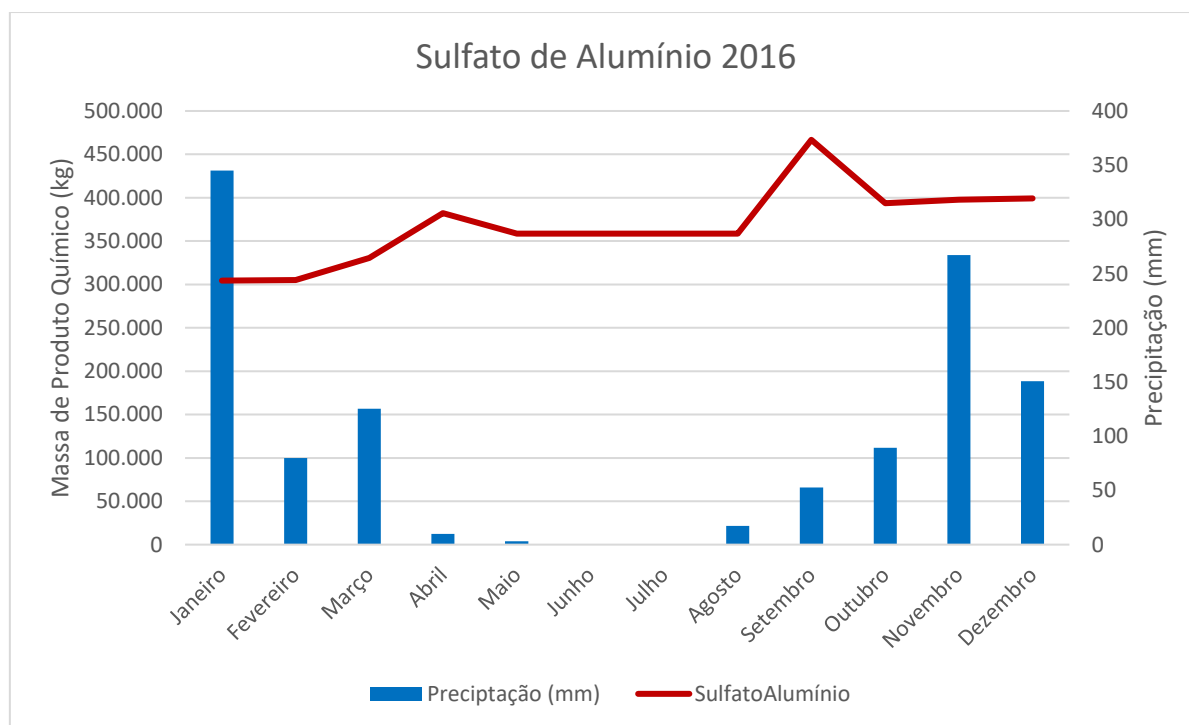


Figura 4-32 – Consumo de Sulfato de Alumínio em 2016

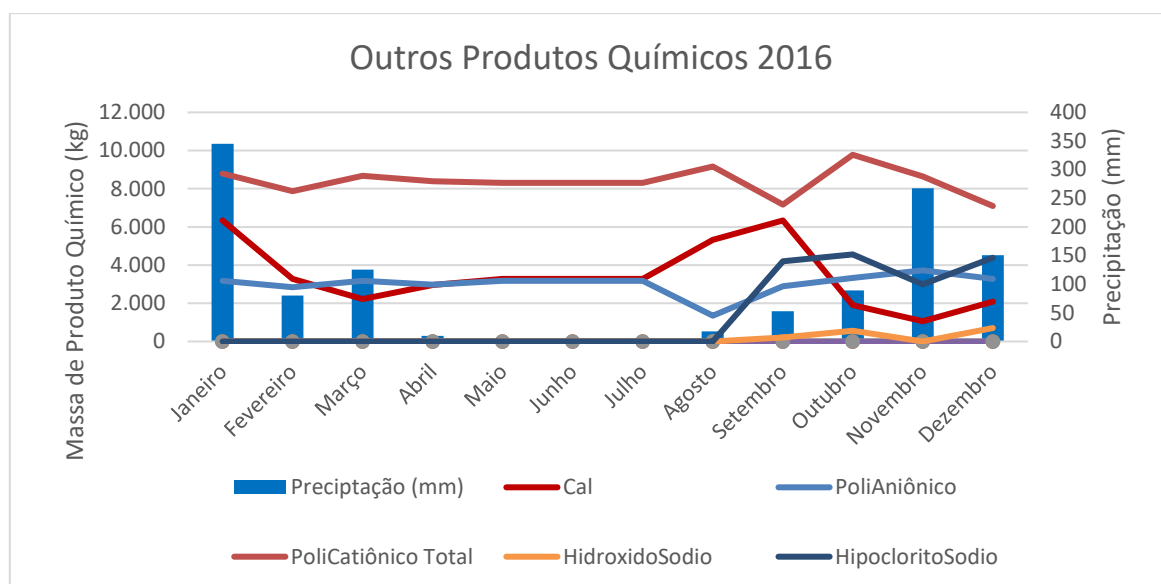


Figura 4-33 – Consumo dos demais produtos químicos em 2016

Ao se seguir a metodologia, comparando o valor de cada mês ao valor de média seca, gera-se a tabela geral com os resultados da análise dos produtos químicos, representada pela tabela 4-7.

Tabela 4-7 – Resultados de acréscimo aos produtos químicos

| | Sulfato de Alumínio (kg) | PoliAniônico (kg) | PoliCatiônico Total (kg) | Cal (kg) |
|----------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|----------|
| 2012 | | | | |
| Média seca | 430254 | 2386 | 9697 | 2987 |
| Massa Excedente | -151058 | 2196 | -10925 | 32962 |
| Massa Excedente % | -2,93% | 7,67% | -9,39% | 91,97% |
| 2013 | | | | |
| Média seca | 360540 | 2668 | 12476 | 8437 |
| Massa Excedente | 284380 | 591 | -22621 | -3252 |
| Massa Excedente % | 6,57% | 1,85% | -15,11% | -3,21% |
| 2014 | | | | |
| Média seca | 341718 | 2442 | 13571 | 8913 |
| Massa Excedente | 392612 | 5535 | 341 | 23465 |
| Massa Excedente % | 9,57% | 18,89% | 0,21% | 21,94% |
| 2015 | | | | |
| Média seca | 356538 | 3350 | 12930 | 10257 |
| Massa Excedente | 361943 | 724 | 4530 | 3750 |
| Massa Excedente % | 8,46% | 1,80% | 2,92% | 3,05% |
| 2016 | | | | |
| Média seca | 358467 | 3175 | 8306 | 3281 |
| Massa Excedente | 111994 | -1825 | 852 | 1984 |
| Massa Excedente % | 2,60% | -4,79% | 0,85% | 5,04% |
| Médias Anuais | | | | |
| Média seca | 369504 | 2804 | 11396 | 6775 |
| Massa Excedente | 199974 | 1444 | -5565 | 11782 |
| Massa Excedente % | 4,51% | 4,29% | -4,07% | 14,49% |

O primeiro resultado evidente está relacionado à não dependência do Polieletrólito Catiônico com a variação de volume de tratamento, pois só depende da quantidade de lodo do tratamento, o que não varia com a influência das chuvas.

O produto mais impactado é o sulfato de alumínio, o que condiz com a teoria, pois, como já foi citado no detalhamento do processo de tratamento, o sulfato de alumínio tem aplicação para a remoção de sólidos, o que deixa seu consumo variável de acordo com a vazão de operação, já que a água da chuva infiltrada carrega sólidos dissolvidos e em suspensão. Assim, estimou-se um aumento no consumo de aproximadamente 200 toneladas por ano, um aumento de quase 5% do consumo do período seco devido aos impactos da infiltração da água pluvial.

Em segundo plano tem-se o aumento do consumo de Cal de aproximadamente 12 toneladas por ano. A Cal é utilizada no controle do pH da água durante o tratamento, ou seja, quanto mais água infiltrada no tratamento, maior será o volume e maior será o consumo de Cal.

Em seguida, temos o aumento do Polieletrólito Aniônico de 1,5 tonelada por ano, que também é diretamente proporcional ao aumento da vazão na entrada das câmaras de flotação.

A análise financeira do sobrecusto dos produtos não foi realizada, pois os produtos apresentaram valores de mercado muito variáveis, o que faz com que ao longo do tempo, uma avaliação mais precisa demandaria mais tempo e fugiria ao escopo deste estudo.

4.4 Manutenção

Segundo Slack et. al. (2008), o termo manutenção é usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar falhas, cuidando de suas instalações físicas. É uma das partes mais importantes na grande maioria das atividades produtivas e está relacionada a todos os tipos de máquinas, equipamentos, veículos e instalações físicas.

Os autores citados destacam que a realização de procedimentos de manutenção propicia uma série de benefícios para a companhia e, diante desse fato, o objetivo deste tópico será avaliar a influência do aumento vazão ocasionado pelas chuvas na sobrecarga dos equipamentos, tanto da ETEB Sul, quanto nas elevatórias. O parâmetro de análise que foi estabelecido será a variação das quantidades das ordens de serviços emitidas em cada mês, já que isso representa frequência de manutenção em toda a unidade operacional e que geram custos mão de obra e de reparos dos equipamentos.

As ordens de serviços na CAESB contêm as informações necessárias para planejar e executar um serviço. Trata-se de um documento utilizado pelas empresas para gerir a organização e mapear os riscos do trabalho para guiar algum processo. Ou seja, quanto mais ordens de serviços emitidas durante um período de tempo, mais recursos de pessoal e equipamentos destinados à manutenção são utilizados.

Primeiramente, por meio do sistema do Sistema de Manutenção (Simanweb) da CAESB, foi possível obter as ordens de serviços da ETE (de 2012 a 2016) e das elevatórias (de 2013 a 2016) apresentadas na tabela 4-8.

Tabela 4-8 – Ordens de serviço da ETEB Sul

| Número de O.S. de manutenção por mês na ETEB Sul | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Mês | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Janeiro | 364 | 240 | 217 | 218 | 230 |
| Fevereiro | 285 | 223 | 233 | 190 | 212 |
| Março | 339 | 249 | 160 | 236 | 207 |
| Abril | 266 | 265 | 210 | 216 | 226 |
| Maio | 153 | 160 | 87 | 212 | 105 |
| Junho | 280 | 271 | - | 225 | 15 |
| Julho | 248 | 212 | 264 | 258 | 95 |
| Agosto | 245 | 282 | 260 | 161 | 191 |
| Setembro | 258 | 240 | 246 | 166 | 223 |
| Outubro | 306 | 272 | 279 | 211 | 253 |
| Novembro | 259 | 238 | 278 | 221 | 204 |
| Dezembro | 190 | 216 | 180 | 256 | 296 |

Para o início da análise, têm-se os gráficos relacionando a quantidade de ordens de serviço de manutenção mensais com os as precipitações mensais de cada ano, representados a seguir.

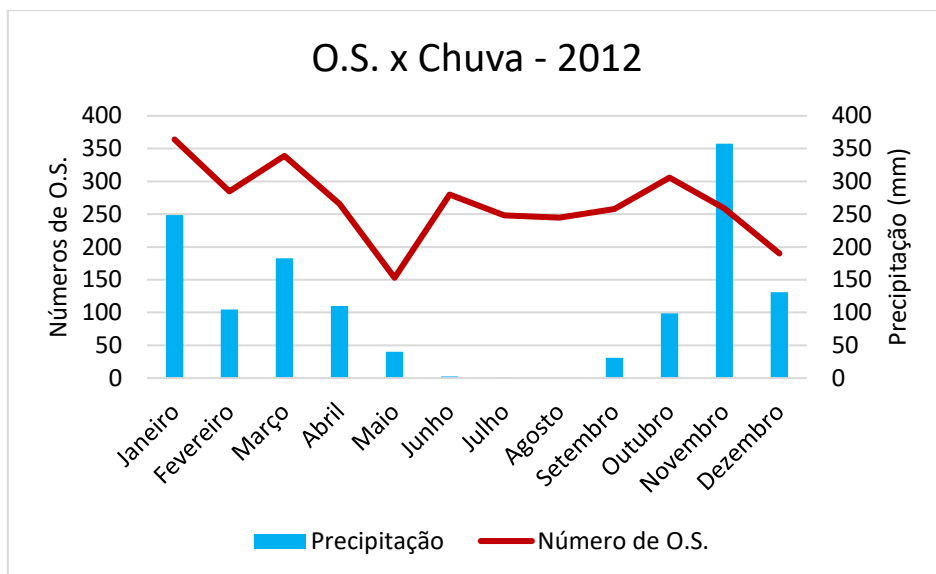


Figura 4-34 – Relação número de O.S. da ETEB Sul com períodos chuvosos de 2012

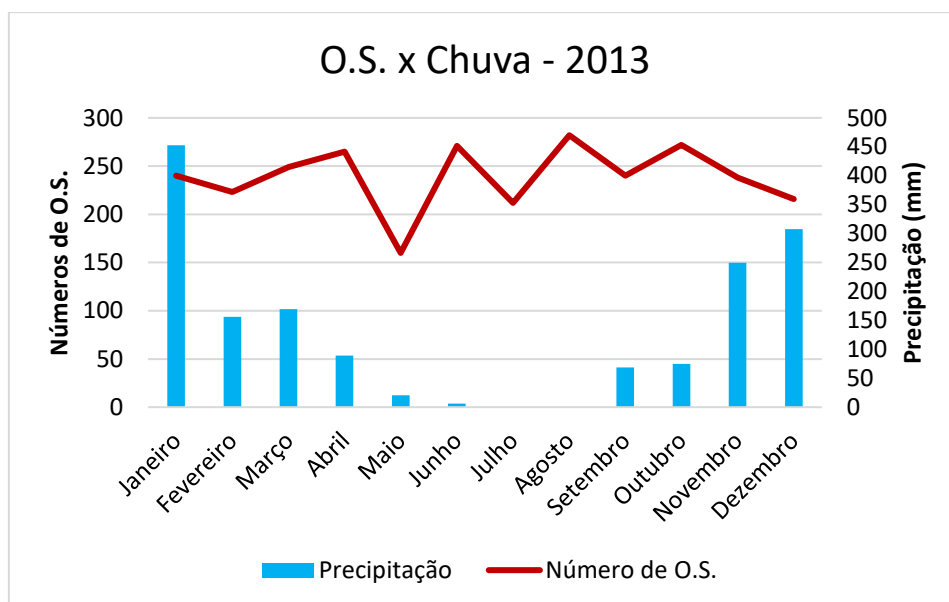


Figura 4-35 – Relação número de O.S. da ETEB Sul com períodos chuvosos de 2013

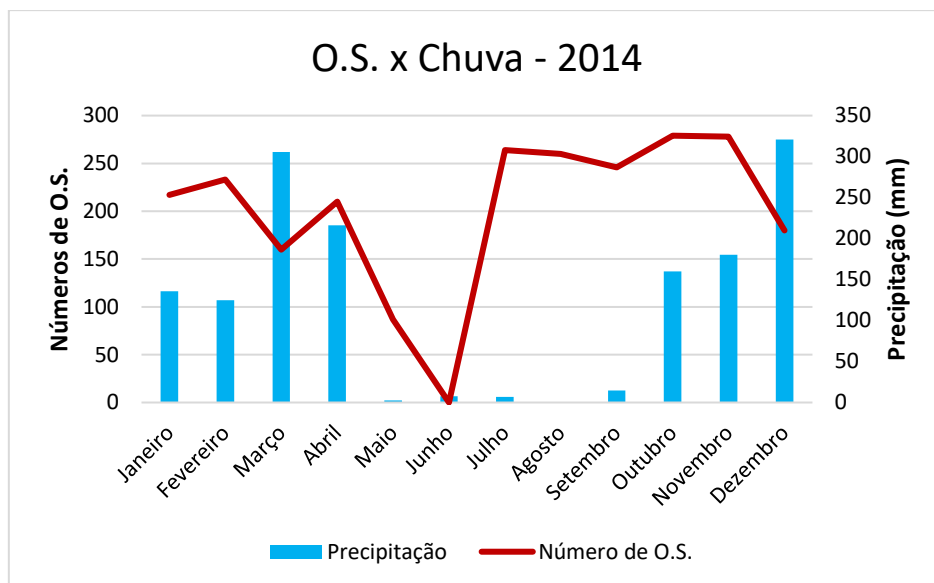


Figura 4-36 – Relação número de O.S. da ETEB Sul com períodos chuvosos de 2014

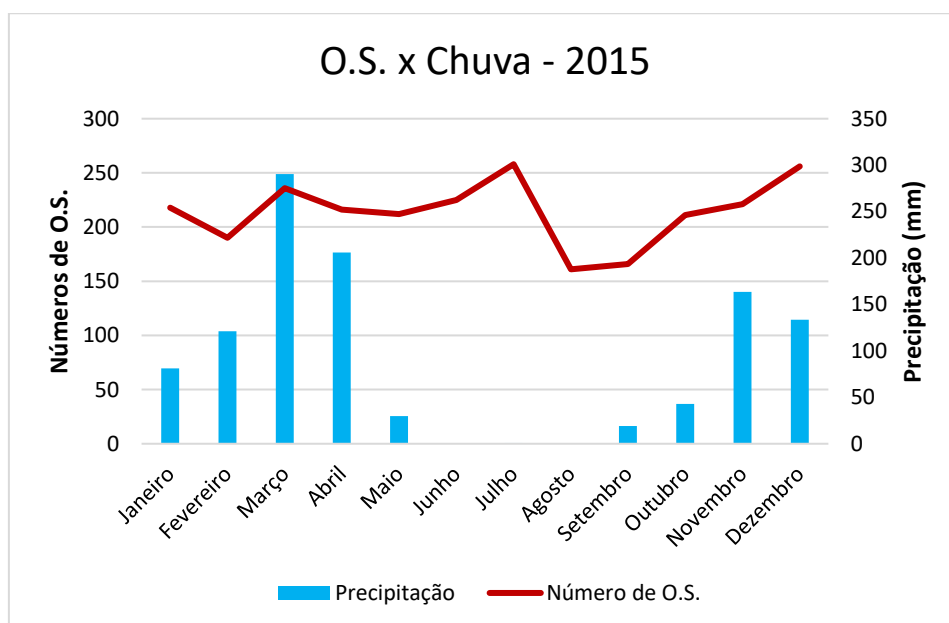


Figura 4-37 – Relação número de O.S. da ETEB Sul com períodos chuvosos de 2015

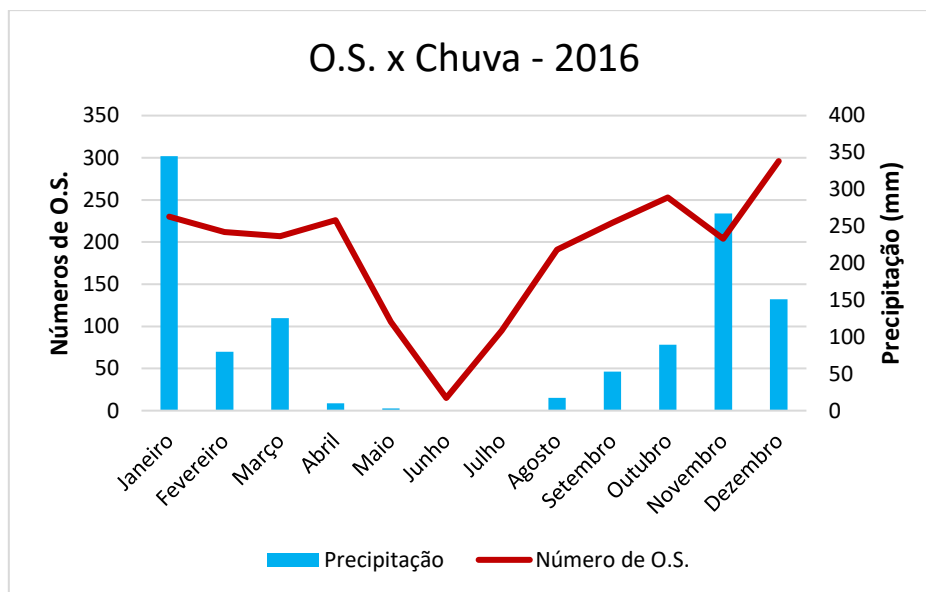


Figura 4-38 – Relação número de O.S. da ETEB Sul com períodos chuvosos de 2016

Novamente os meses com quantidades nulas, observados nas figuras 4-46 e 4-38, são resultados de períodos de greves.

A tabela 4-9 mostra os resultados da análise para a distribuição das ordens de serviços emitidas da ETE.

Tabela 4-9 – Análise das O.S. da ETEB Sul

| Análise do aumento número de O.S. da ETEB Sul | | | | | |
|---|------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Ano | Média Seca | (Média Seca)x12 | Total O.S. ano | O.S. Excedentes | Excedente em % |
| 2012 | 258 | 3.092 | 3.193 | 101 | 3,3% |
| 2013 | 255 | 3.060 | 2.868 | -192 | -6,3% |
| 2014 | 204 | 2.444 | 2.414 | -30 | -1,2% |
| 2015 | 215 | 2.576 | 2.570 | -6 | -0,2% |
| 2016 | 142 | 1.704 | 2.257 | 553 | 32,5% |

Novamente, o ano de 2016 não possui uma análise precisa devido ao mês de greve coincidindo com os meses secos. Nota-se que não existe um aumento expressivo na quantidade de ordens de serviços emitidas durante os períodos chuvosos da ETE, entretanto como foi visto no consumo de energia, o impacto operacional maior deve estar localizado nas estações elevatórias.

Assim, buscou-se pelas ordens de serviços emitidas de todas as elevatórias que suportam a ETEB Sul (listadas no item 4.6), tendo-se gerado os seguintes gráficos, novamente relacionando as quantidades de ordens de serviços mensais com as precipitações mensais.

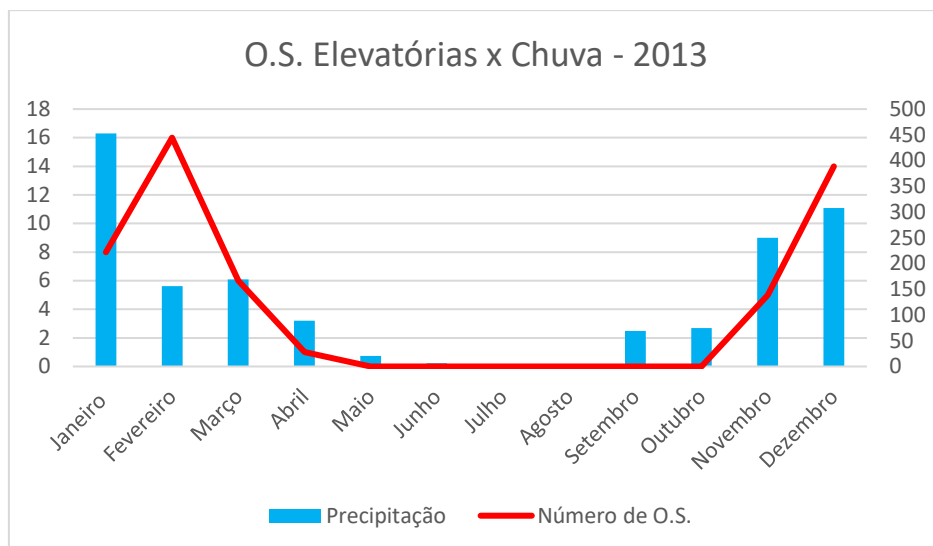


Figura 4-39 – Relação número de O.S. das elevatórias com períodos chuvosos de 2013

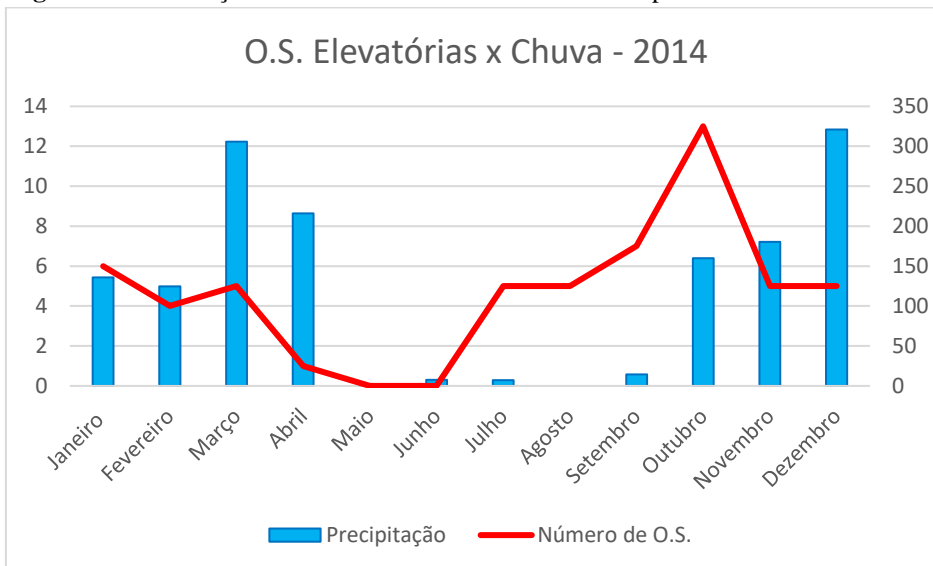


Figura 4-40 – Relação número de O.S. das elevatórias com períodos chuvosos de 2014

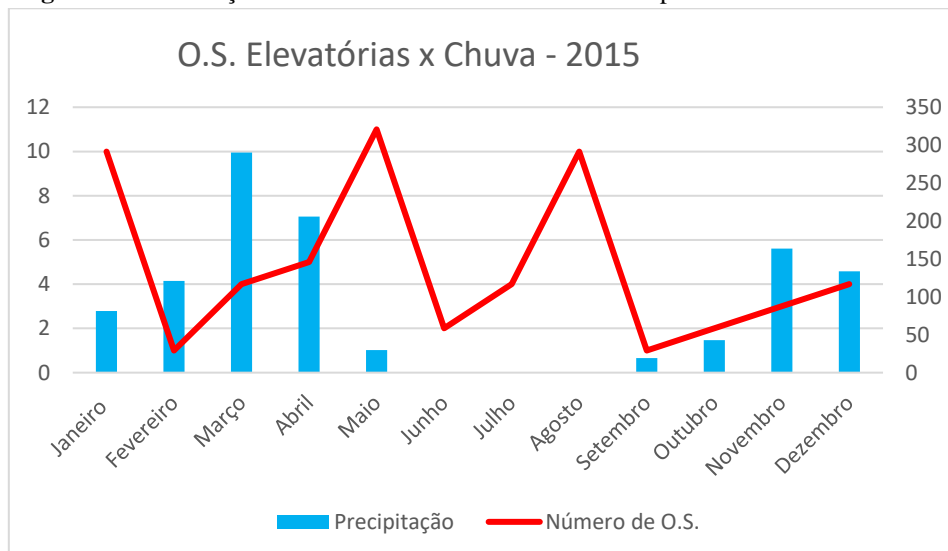


Figura 4-41 – Relação número de O.S. das elevatórias com períodos chuvosos de 2015

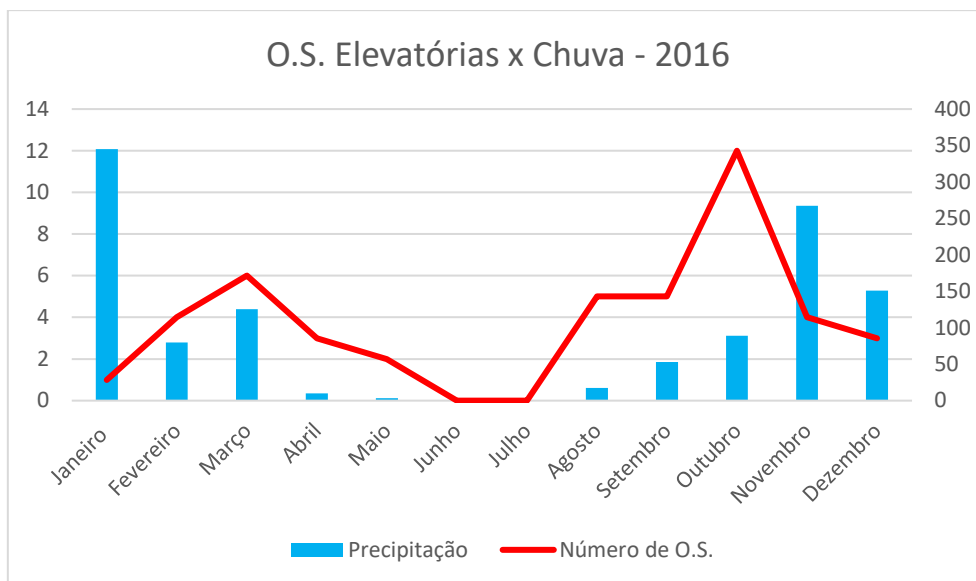


Figura 4-42 – Relação número de O.S. das elevatórias com períodos chuvosos de 2016

A tabela 4-10 mostra os resultados da análise para a distribuição das ordens de serviços emitidas das estações elevatórias que atendem a ETEB Sul.

Tabela 4-10 – Análise das O.S. das elevatórias

| Análise do aumento número de O.S. das EE | | | |
|--|------------|-----------------|----------------|
| Ano | Média Seca | O.S. Excedentes | Excedente em % |
| 2013 | 0 | 37 | * |
| 2014 | 3 | 16 | 40,0% |
| 2015 | 5 | -7 | -10,9% |
| 2016 | 2 | 25 | 125,0% |

No caso das estações elevatórias, já se apresenta um aumento significativo na quantidade de ordens de serviços emitidas, aproximadamente 18 ordens de serviço por ano. O que mostra o impacto do aumento de vazão nas bombas das elevatórias.

4.5 Mão de Obra

Para a análise de mão de obra, primeiramente foram levantados os dados mês a mês das quantidades de horas extras trabalhadas no período de 2012 a 2016, apresentada na tabela 4-11.

Tabela 4-11 – Quantidade de horas extras

| | Total de Horas Extras | | | | |
|------------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Janeiro | 856 | 437 | 347 | 281 | 90 |
| Fevereiro | 716 | 180 | 223 | 135 | 11 |
| Março | 850 | 335 | 410 | 175 | 22 |
| Abril | 875 | 422 | 383 | 57 | 29 |
| Maió | 215 | 315 | 143 | 8 | 0 |
| Junho | 758 | 413 | 0 | 0 | 0 |
| Julho | 985 | 660 | 478 | 22 | 0 |
| Agosto | 867 | 493 | 319 | 13 | 0 |
| Setembro | 561 | 286 | 284 | 22 | 59 |
| Outubro | 792 | 482 | 344 | 69 | 0 |
| Novembro | 633 | 538 | 361 | 170 | 45 |
| Dezembro | 571 | 544 | 306 | 72 | 6 |

Os meses com horas extras nulas representam meses em que houve greve. Entretanto, a partir da análise da Tabela 4-11, percebe-se que os meses com mais horas extras são os meses de janeiro, junho ou julho, meses usuais em que são tiradas férias, ou seja, meses em que há menos pessoal e se necessita de horas extras de empregados que não saem de férias para cobrir as atividades daqueles que saem. Portanto, a análise de horas extras não contribui para avaliar o aumento de serviço da ETEB Sul, devido às chuvas.

A correta análise seria obter os dados totais de horas trabalhadas dos técnicos e operadores de toda a estação. Entretanto, não foi possível obtê-los devido à grande quantidade de horas e de empregados na área operacional da ETEB Sul o que resulta em uma matriz de dados muito extensa para o tempo de desenvolvimento desse trabalho.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta pesquisa foi motivada pelas possíveis melhorias dos serviços de saneamento básico da cidade de Brasília. Considerando isso, foram analisados e identificados potenciais impactos financeiros e econômicos da interconexão dos sistemas pluviais e de tratamento de esgotos com o foco na Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul. Posteriormente, foi proposto uma análise de custos gerados pela vazão excedente resultante, associando custos de consumo de energia elétrica, produtos químicos, manutenção e mão de obra.

A primeira etapa da pesquisa constatou a interconexão entre os sistemas de drenagem pluvial e de esgotamento sanitário por meio da análise dos 8 eventos chuvosos, em que foi demonstrado que essas precipitações, geraram em média uma carga de aproximadamente 10% do volume de tratamento acima da capacidade de tratamento da Estação. Além disso, nos períodos de chuva analisados, a ETEB Sul operaram quase 12 horas diárias, acima da sua capacidade. Dadas essas constatações, a proposta de estimativa dos aumentos de custos operacionais se mostrou necessária.

Já na segunda etapa, trabalhou-se com duas análises, uma para a ETEB Sul e outra para as elevatórias que atendem a Estação. As análises, para a estação, revelaram um aumento expressivo no volume de tratamento e no consumo de produtos químicos enquanto as análises das elevatórias mostram maior impacto nos gastos de energia elétrica e manutenção. Todos os quantitativos de acréscimo estão apresentados nos respectivos itens desse relatório.

Tendo em vista todo o cenário exposto nesse estudo, as propostas de soluções se dividem em duas, uma solução imediata e paliativa e outra a longo prazo. Uma solução imediata seria a equalização dos fluxos afluentes da ETE. A equalização dos fluxos afluentes é uma ferramenta efetiva que, além de ampliar a capacidade das unidades de tratamento, reduziria os efeitos dos picos de vazões gerados pelas chuvas e, conseqüentemente, livraria a ETEB Sul de um eventual *by-pass*, o que minimizaria os impactos ambientais no Lago Paranoá.

Os benefícios da equalização dos fluxos afluentes são abordados na dissertação de mestrado do engenheiro Carlos Daidi Nakazato “Efeitos da equalização dos fluxos sobre o desempenho da Estação de Tratamento de Esgotos de Brasília Norte”, em que é possível observar o comportamento do sistema de tratamento de águas residuárias funcionando sob

um regime de fluxo regularizado, mantendo a mesma eficiência, gerando uma melhor condição de operação e um aumento na capacidade da estação com redução de custos.

Entretanto, a equalização dos fluxos afluentes representa somente uma solução paliativa para reduzir os impactos ambientais do problema aqui explicitado, todos os demais custos e impactos operacionais, tanto na ETEB Sul quanto em suas elevatórias, demonstrados nesse estudo gerados pela infiltração na rede ainda ocorreriam.

A solução a longo prazo se daria evitando que os sistemas coletores de águas pluviais e águas residuárias se conectem. Entretanto, essa solução se daria por meio de um estudo detalhado e um investimento maior na concepção e no modo de operar as redes coletoras. Na perspectiva dos autores do projeto, o maior desafio está na regulamentação vigente e na fiscalização das interconexões dos sistemas. Por meio de normativas distritais que associem a prática de despejo de águas pluviais na rede de esgoto, com multas e punições efetivas, a solução mais eficaz.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12207: Projeto de interceptores de esgoto sanitário*. Rio de Janeiro, 1992. 3p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário*. Rio de Janeiro, 1986. 5p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário*. Rio de Janeiro, 1986. 7p.

BERNARDES, R.S.; SOARES, S. R. A. *Esgotos Combinados e Controle da Poluição: Estratégia para Planejamento do Tratamento da Mistura de Esgotos Sanitários e Águas Pluviais*. Brasília: CAIXA, 2004.

FREIRE, J. R. P. *Análise do Sistema Separador Absoluto no âmbito da drenagem pluvial da cidade de Campina Grande – Estudo de caso do canal das piabas*. Campina Grande, PB, 2014.

NAKAZATO, C. D. *Efeitos da equalização dos fluxos sobre o desempenho da Estação de Tratamento de Esgotos de Brasília Norte*. Distrito Federal, 2005.

SLACK, S CHAMBERS, R JOHNSTON, *Administração da Produção*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; NETTO, O. M. C. *Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para a formação de um modelo de planejamento em saneamento*. Brasília, DF, 2002.

TSUTIYA, M. T.; ALEM SOBRINHO, P. *Coleta e transporte de esgoto sanitário*. 2ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica de São Paulo, 2000.

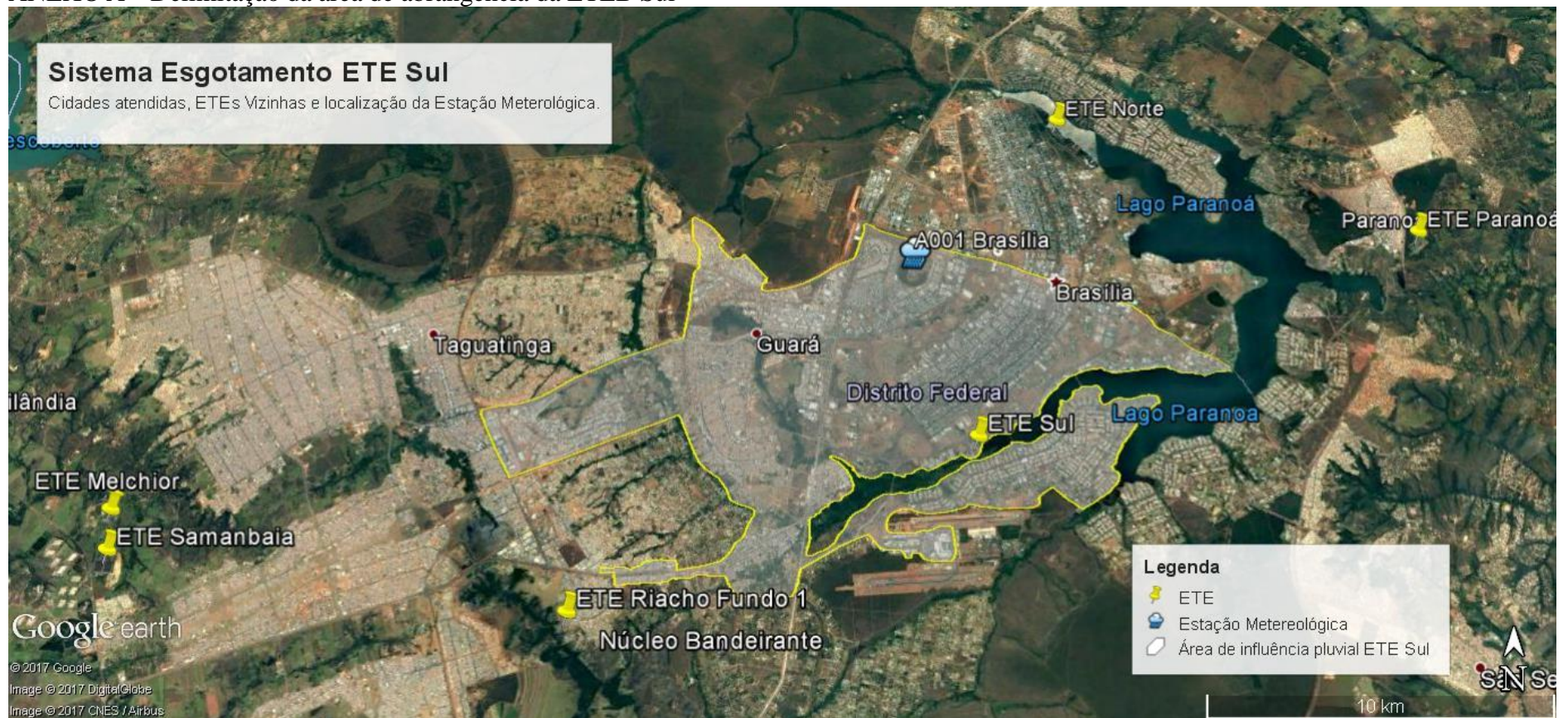
TSUTIYA, M. T.; BUENO, R. C. R. *Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto sanitário no Brasil*. Revista Água Latinoamérica. São Paulo, 2004.

TUCCI, C. E. M. *Parâmetros de Hidrograma Unitário para Bacias Urbanas Brasileiras*, Porto Alegre, RS, 2003.

TUCCI, C. E. M. *Gerenciamento da Drenagem Urbana*, Porto Alegre, RS, 2002.

7 ANEXOS

ANEXO A – Delimitação da área de abrangência da ETEB Sul



ANEXO B - Dados das elevatórias em 2012

| | jan/12 | fev/12 | mar/12 | abr/12 | mai/12 | jun/12 | jul/12 | ago/12 | set/12 | out/12 | nov/12 | dez/12 |
|---------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| EE 04 - Lago Sul | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 183.540 | 105.236 | 97.291 | 85.565 | 75.778 | 75.285 | 68.625 | 62.310 | 52.785 | 56.025 | 109.050 | 47.767 |
| Tempo de bomba (h): | 789,0 | 453,0 | 418,0 | 368,0 | 326,0 | 324,0 | 295,0 | 268,0 | 227,0 | 241,0 | 469,0 | 167,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 3.110,36 | R\$ 2.666,93 | R\$ 2.094,65 | R\$ 2.171,04 | R\$ 2.177,14 | R\$ 2.007,42 | R\$ 2.038,19 | R\$ 1.959,57 | R\$ 1.938,53 | R\$ 1.759,20 | R\$ 2.398,42 | R\$ 2.201,94 |
| Potência consumida (kWh): | 11.316,0 | 6.970,0 | 5.412,0 | 5.822,0 | 4.961,0 | 4.838,0 | 5.125,0 | 4.674,0 | 4.223,0 | 3.936,0 | 6.437,0 | 6.560,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | 1 | |
| EE 05 - Lago Sul | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 86.606 | 56.078 | 51.494 | 52.206 | 47.782 | 46.200 | 47.094 | 43.776 | 37.580 | 41.294 | 27.484 | 53.470 |
| Tempo de bomba (h): | 495,0 | 318,0 | 289,0 | 299,0 | 273,0 | 264,0 | 269,0 | 266,0 | 237,0 | 263,0 | 164,0 | 305,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 12.360,35 | R\$ 11.025,46 | R\$ 9.997,29 | R\$ 9.652,12 | R\$ 9.003,11 | R\$ 9.334,81 | R\$ 4.877,97 | R\$ 8.772,82 | R\$ 7.960,40 | R\$ 12.597,40 | | |
| Potência consumida (kWh): | 40.467,0 | 31.734,0 | 25.707,0 | 26.322,0 | 22.632,0 | 22.059,0 | 20.910,0 | 21.156,0 | 19.803,0 | 19.065,0 | | |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | 1 | |
| EE 06 - Lago Sul | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 3.724 | 3.520 | 3.238 | 2.966 | 3.184 | 2.944 | 1.984 | 2.384 | 1.920 | 2.112 | 2.664 | 2.156 |
| Tempo de bomba (h): | 931,0 | 880,0 | 810,0 | 741,0 | 796,0 | 736,0 | 496,0 | 596,0 | 480,0 | 528,0 | 666,0 | 539,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 2.479,54 | R\$ 2.564,26 | R\$ 437,41 | R\$ 1.848,53 | R\$ 1.797,17 | R\$ 1.898,09 | R\$ 1.170,87 | R\$ 1.584,25 | R\$ 1.677,64 | R\$ 1.416,05 | R\$ 1.838,37 | R\$ 1.727,22 |
| Potência consumida (kWh): | 6.874,0 | 6.919,0 | 100,0 | 4.631,0 | 4.471,0 | 4.750,0 | 4.098,0 | 3.789,0 | 4.064,0 | 3.145,0 | 4.439,0 | 4.114,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE 08 - Lago Sul | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 153.999 | 144.515 | 135.131 | 123.657 | 117.287 | 121.452 | 108.996 | 102.055 | 84.811 | 96.917 | 144.398 | 122.000 |
| Tempo de bomba (h): | 1.149,0 | 942,0 | 1.012,0 | 629,0 | 459,0 | 432,0 | 404,0 | 391,0 | 328,0 | 307,0 | 440,0 | 348,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 10.172,13 | R\$ 8.428,71 | R\$ 7.546,48 | R\$ 7.562,32 | R\$ 7.046,58 | R\$ 7.165,16 | R\$ 6.622,84 | R\$ 6.558,87 | R\$ 5.875,38 | R\$ 5.698,95 | R\$ 6.744,57 | R\$ 6.076,21 |
| Potência consumida (kWh): | 38.745,0 | 29.930,0 | 24.805,0 | 25.625,0 | 22.345,0 | 22.345,0 | 20.090,0 | 19.680,0 | 17.835,0 | 15.170,0 | 21.525,0 | 18.655,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | 2 | | 1 | |
| EE 09 - Lago Sul | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 266.490 | 162.372 | 178.332 | 167.664 | 172.032 | 159.852 | 177.618 | 75.660 | 65.520 | 175.980 | 161.085 | 126.411 |
| Tempo de bomba (h): | 1.150,0 | 700,0 | 776,0 | 725,0 | 749,0 | 713,0 | 759,0 | 728,0 | 713,0 | 776,0 | 752,0 | 793,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 10.219,43 | R\$ 5.916,01 | R\$ 5.921,94 | R\$ 5.214,46 | R\$ 4.174,33 | R\$ 4.137,06 | R\$ 4.460,30 | R\$ 3.961,73 | R\$ 3.859,35 | R\$ 4.379,81 | R\$ 6.102,97 | R\$ 4.986,74 |
| Potência consumida (kWh): | 39.097,0 | 21.577,0 | 20.378,0 | 16.872,0 | 12.279,0 | 12.362,0 | 13.576,0 | 11.559,0 | 11.811,0 | 13.436,0 | 20.986,0 | 15.779,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | 1 |
| EE 1B - QL 24 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 13.091 | 5.572 | 5.944 | 3.979 | 2.615 | 1.207 | 846 | 3.387 | 3.652 | 4.021 | 10.146 | 4.461 |
| Tempo de bomba (h): | 369,0 | 145,0 | 158,0 | 106,0 | 74,0 | 53,0 | 22,0 | 89,0 | 98,0 | 112,0 | 288,0 | 119,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 309,51 | R\$ 195,22 | R\$ 143,74 | R\$ 146,37 | R\$ 99,01 | R\$ 90,34 | R\$ 57,24 | R\$ 79,18 | R\$ 126,56 | R\$ 118,41 | R\$ 110,55 | R\$ 118,78 |
| Potência consumida (kWh): | 928,0 | 555,0 | 391,0 | 399,0 | 247,0 | 219,0 | 120,0 | 195,0 | 328,0 | 300,0 | 274,0 | 300,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | 1 | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| EE Águas Claras | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 264.715 | 293.532 | 288.027 | 280.736 | 305.745 | 268.088 | 268.088 | 315.400 | 316.918 | 325.227 | 333.906 | 333.870 |
| Tempo de bomba (h): | 1.067,0 | 1.050,0 | 1.161,0 | 1.132,0 | 1.076,0 | 1.081,0 | 87,0 | 1.151,0 | 1.188,0 | 1.258,0 | 1.304,0 | 1.342,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 14.659,10 | R\$ 14.665,91 | R\$ 15.409,47 | R\$ 14.643,41 | R\$ 14.880,33 | R\$ 15.168,25 | R\$ 14.280,35 | R\$ 15.585,70 | R\$ 16.110,79 | R\$ 17.540,33 | R\$ 19.092,34 | R\$ 18.776,39 |
| Potência consumida (kWh): | 57.974,0 | 58.917,0 | 62.812,0 | 59.245,0 | 59.737,0 | 61.459,0 | 57.523,0 | 64.616,0 | 64.520,0 | 69.120,0 | 76.080,0 | 76.520,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | 4 | 30 | 29 | 30 | 30 |
| EE Estrutural 1 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 32.617 | 27.889 | 32.718 | 29.570 | 27.756 | 26.339 | 26.586 | 27.557 | 28.929 | 29.550 | 35.697 | 33.193 |
| Tempo de bomba (h): | 901,0 | 765,0 | 1.457,0 | 1.441,0 | 1.500,0 | 1.432,0 | 1.477,0 | 1.499,0 | 1.390,0 | 513,0 | 866,0 | 310,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 3.125,97 | R\$ 3.539,59 | R\$ 3.527,36 | R\$ 3.769,12 | R\$ 3.624,36 | R\$ 3.422,50 | R\$ 3.283,17 | R\$ 3.151,28 | R\$ 3.585,24 | R\$ 3.112,27 | R\$ 3.418,37 | R\$ 3.198,69 |
| Potência consumida (kWh): | 8.446,0 | 8.241,0 | 8.528,0 | 9.389,0 | 8.610,0 | 7.339,0 | 7.544,0 | 7.093,0 | 7.325,0 | 7.626,0 | 9.102,0 | 8.118,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 |
| EE Estrutural 2 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 50.007 | 44.415 | 66.507 | 14.084 | 22.050 | 21.578 | 22.569 | 22.305 | 23.932 | 21.138 | 29.157 | 27.025 |
| Tempo de bomba (h): | 210,0 | 581,0 | 827,0 | 697,0 | 658,0 | 486,0 | 502,0 | 448,0 | 554,0 | 609,0 | 848,0 | 727,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 3.392,53 | R\$ 3.160,16 | R\$ 3.337,45 | R\$ 2.999,03 | R\$ 3.025,81 | R\$ 2.999,57 | R\$ 3.011,94 | R\$ 2.938,32 | R\$ 2.832,52 | R\$ 3.068,48 | R\$ 3.546,06 | R\$ 3.318,06 |
| Potência consumida (kWh): | 9.840,0 | 8.569,0 | 9.594,0 | 7.708,0 | 7.872,0 | 7.954,0 | 7.831,0 | 8.118,0 | 8.282,0 | 8.938,0 | 11.275,0 | 10.127,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | 1 |
| EE ETE Sul | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 2.167.370 | 1.501.303 | 1.990.675 | 1.467.768 | 2.028.461 | 1.157.543 | 1.350.286 | 1.467.013 | 1.396.493 | 1.362.794 | 1.564.596 | 1.547.788 |
| Tempo de bomba (h): | 2.218,0 | 1.778,0 | 2.200,0 | 1.906,0 | 2.200,0 | 1.883,0 | 1.678,0 | 1.550,0 | 1.433,0 | 1.471,0 | 1.907,0 | 1.870,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 61.427,02 | R\$ 27.551,35 | R\$ 33.958,34 | R\$ 30.115,35 | R\$ 30.778,69 | R\$ 30.813,73 | R\$ 27.727,48 | R\$ 25.355,59 | R\$ 23.470,65 | R\$ 24.269,77 | R\$ 32.107,25 | R\$ 31.590,17 |
| Potência consumida (kWh): | 258.274,0 | 117.885,0 | 145.653,0 | 126.308,0 | 124.860,0 | 124.794,0 | 111.305,0 | 102.883,0 | 95.184,0 | 97.685,0 | 126.373,0 | 123.939,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE Guará Oeste | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 7.388 | 7.002 | 9.296 | 8.083 | 7.203 | 7.277 | 7.092 | 7.277 | 7.314 | 7.868 | 7.647 | 7.166 |
| Tempo de bomba (h): | 200,0 | 190,0 | 252,0 | 219,0 | 195,0 | 197,0 | 192,0 | 197,0 | 198,0 | 213,0 | 207,0 | 194,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 771,83 | R\$ 712,57 | R\$ 759,96 | R\$ 799,21 | R\$ 832,27 | R\$ 758,22 | R\$ 699,87 | R\$ 663,83 | R\$ 670,36 | R\$ 717,66 | R\$ 717,76 | R\$ 784,63 |
| Potência consumida (kWh): | 2.016,0 | 1.772,0 | 1.930,0 | 2.054,0 | 2.164,0 | 1.906,0 | 1.741,0 | 1.622,0 | 1.632,0 | 1.739,0 | 1.730,0 | 1.947,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE Metropolitana | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 23.457 | 18.286 | 24.264 | 13.533 | 15.453 | 15.359 | 16.303 | 16.054 | 14.812 | 16.669 | 23.059 | 20.145 |
| Tempo de bomba (h): | 0,0 | | | | 0,0 | | | | 0,0 | | | |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 678,48 | R\$ 715,90 | R\$ 738,08 | R\$ 356,07 | | R\$ 552,34 | R\$ 451,21 | R\$ 499,89 | R\$ 136,29 | R\$ 137,07 | R\$ 137,23 | R\$ 129,09 |
| Potência consumida (kWh): | 1.869,0 | 1.962,0 | 2.038,0 | 801,0 | | 1.420,0 | 1.111,0 | 1.266,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE Parque Águas Claras | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 129.480 | 148.200 | 184.860 | 172.900 | 171.080 | 266.240 | 289.120 | 290.680 | 352.040 | 331.240 | 520.520 | 602.160 |
| Tempo de bomba (h): | 498,0 | 570,0 | 711,0 | 665,0 | 658,0 | 512,0 | 556,0 | 559,0 | 677,0 | 637,0 | 1.001,0 | 1.158,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 26.165,00 | R\$ 30.291,19 | R\$ 28.543,00 | R\$ 33.829,74 | R\$ 31.333,29 | R\$ 31.019,54 | R\$ 32.974,93 | R\$ 33.828,52 | R\$ 35.437,63 | R\$ 34.757,55 | R\$ 50.779,96 | R\$ 56.945,79 |
| Potência consumida (kWh): | 98.943,0 | 115.028,0 | 108.181,0 | 119.629,0 | 106.783,0 | 107.665,0 | 109.229,0 | 113.530,0 | 120.636,0 | 123.619,0 | 180.703,0 | 181.160,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | 1 | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EE Pier 21 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 6.606 | 6.027 | 6.884 | 7.702 | 6.979 | 5.782 | 7.238 | 5.873 | 5.945 | 6.392 | 7.244 | 6.959 |
| Tempo de bomba (h): | 420,0 | 399,0 | 407,0 | 485,0 | 483,0 | 411,0 | 503,0 | 454,0 | 442,0 | 518,0 | 676,0 | 586,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 1.048,16 | R\$ 933,06 | R\$ 1.077,80 | R\$ 1.029,03 | R\$ 1.065,38 | R\$ 1.218,19 | R\$ 974,59 | R\$ 1.183,80 | R\$ 1.006,14 | R\$ 1.053,13 | R\$ 1.207,46 | R\$ 1.388,61 |
| Potência consumida (kWh): | 2.749,0 | 2.308,0 | 2.781,0 | 2.621,0 | 2.741,0 | 3.202,0 | 2.455,0 | 3.125,0 | 2.541,0 | 2.619,0 | 3.084,0 | 3.664,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE QE 18 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 49.887 | 45.656 | 54.252 | 50.508 | 48.980 | 45.820 | 49.454 | 49.296 | 46.926 | 56.564 | 58.934 | 58.776 |
| Tempo de bomba (h): | 316,0 | 289,0 | 343,0 | 320,0 | 310,0 | 290,0 | 313,0 | 312,0 | 297,0 | 358,0 | 373,0 | 372,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 2.482,08 | R\$ 2.540,67 | R\$ 2.493,35 | R\$ 438,30 | R\$ 438,28 | R\$ 438,55 | R\$ 438,21 | R\$ 7.886,27 | R\$ 2.145,14 | R\$ 1.948,65 | R\$ 2.511,40 | R\$ 2.431,33 |
| Potência consumida (kWh): | 6.595,0 | 6.644,0 | 6.515,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 24.093,0 | 5.528,0 | 4.807,0 | 6.528,0 | 6.310,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | 1 | | | |
| EE QE 46 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 5.385 | 4.772 | 5.630 | 5.202 | 5.167 | 4.745 | 4.825 | 4.893 | 4.906 | 5.109 | 5.347 | 5.415 |
| Tempo de bomba (h): | 205,0 | 194,0 | 226,0 | 201,0 | 193,0 | 179,0 | 188,0 | 189,0 | 194,0 | 195,0 | 209,0 | 204,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 469,61 | R\$ 481,82 | R\$ 136,15 | R\$ 136,18 | R\$ 136,15 | R\$ 1.525,22 | R\$ 1.525,22 | R\$ 1.149,83 | R\$ 958,68 | R\$ 137,07 | R\$ 489,05 | R\$ 534,97 |
| Potência consumida (kWh): | 1.200,0 | 1.203,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 4.577,0 | 4.577,0 | 3.360,0 | 2.679,0 | 100,0 | 1.186,0 | 1.335,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE TST | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 2.225 | 2.713 | 3.205 | 2.912 | 2.769 | 2.952 | 2.222 | 3.401 | 3.049 | 3.430 | 3.474 | 2.499 |
| Tempo de bomba (h): | 78,0 | 126,0 | 146,0 | 84,0 | 220,0 | 80,0 | 55,0 | 107,0 | 90,0 | 119,0 | 120,0 | 100,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 168,60 | R\$ 101,11 | R\$ 127,91 | R\$ 141,72 | R\$ 105,54 | R\$ 171,64 | R\$ 108,42 | R\$ 81,88 | R\$ 118,03 | R\$ 113,79 | R\$ 137,51 | R\$ 142,06 |
| Potência consumida (kWh): | 477,0 | 253,0 | 358,0 | 402,0 | 286,0 | 494,0 | 296,0 | 210,0 | 325,0 | 303,0 | 375,0 | 391,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE UAR10 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 3.823 | 3.277 | 3.281 | 2.556 | 2.145 | 1.917 | 1.793 | 1.771 | 1.458 | 1.831 | 2.484 | 2.560 |
| Tempo de bomba (h): | 708,0 | 607,0 | 608,0 | 473,0 | 397,0 | 355,0 | 332,0 | 328,0 | 270,0 | 339,0 | 460,0 | 474,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 37,17 | R\$ 57,09 | R\$ 56,50 | R\$ 57,04 | R\$ 57,01 | R\$ 57,27 | R\$ 45,61 | R\$ 56,98 | R\$ 636,85 | R\$ 254,05 | R\$ 58,09 | R\$ 448,78 |
| Potência consumida (kWh): | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 1.919,0 | 706,0 | 100,0 | 1.313,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE UAR12 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 13.072 | 12.077 | 13.057 | 12.609 | 13.104 | 12.642 | 13.063 | 12.835 | 5.157 | 5.658 | 7.458 | 6.079 |
| Tempo de bomba (h): | 1.488,0 | 1.375,0 | 1.486,0 | 1.435,0 | 1.492,0 | 1.439,0 | 1.487,0 | 1.461,0 | 587,0 | 644,0 | 849,0 | 692,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 275,00 | R\$ 136,23 | R\$ 360,75 | R\$ 361,05 | R\$ 136,15 | R\$ 136,41 | R\$ 124,75 | R\$ 136,12 | R\$ 135,24 | R\$ 137,07 | R\$ 137,23 | R\$ 137,09 |
| Potência consumida (kWh): | 817,0 | 100,0 | 817,0 | 817,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE2 - QL 22 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 72.096 | 50.629 | 48.257 | 47.161 | 43.431 | 41.393 | 38.255 | 40.280 | 34.696 | 35.675 | 62.829 | 47.767 |
| Tempo de bomba (h): | 299,0 | 209,0 | 190,0 | 182,0 | 152,0 | 150,0 | 134,0 | 134,0 | 112,0 | 119,0 | 234,0 | 167,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 3.736,17 | R\$ 3.483,39 | R\$ 3.132,67 | R\$ 3.254,66 | R\$ 3.043,63 | R\$ 3.016,63 | R\$ 2.896,31 | R\$ 3.145,07 | R\$ 2.793,22 | R\$ 2.784,59 | R\$ 3.012,42 | R\$ 2.691,62 |
| Potência consumida (kWh): | 10.004,0 | 7.872,0 | 5.986,0 | 6.642,0 | 5.494,0 | 5.207,0 | 4.715,0 | 6.068,0 | 6.150,0 | 6.314,0 | 7.339,0 | 5.863,0 |

Dados das elevatórias em 2013

| | jan/13 | fev/13 | mar/13 | abr/13 | mai/13 | jun/13 | jul/13 | ago/13 | set/13 | out/13 | nov/13 | dez/13 |
|---------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| EE 04 - Lago Sul | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 132.510 | 107.895 | 92.760 | 115.785 | 79.290 | 72.300 | 69.525 | 65.565 | 57.660 | 53.700 | 81.165 | 88.800 |
| Tempo de bomba (h): | 570,0 | 464,0 | 399,0 | 498,0 | 341,0 | 311,0 | 299,0 | 282,0 | 248,0 | 231,0 | 349,0 | 382,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 2.287,83 | R\$ 2.343,91 | R\$ 1.861,83 | R\$ 2.175,10 | R\$ 1.797,77 | R\$ 1.748,88 | R\$ 1.665,48 | R\$ 1.656,82 | R\$ 1.669,99 | R\$ 1.580,33 | R\$ 1.792,82 | R\$ 193.271,00 |
| Potência consumida (kWh): | 6.888,0 | 8.610,0 | 5.699,0 | 7.462,0 | 5.084,0 | 4.838,0 | 4.264,0 | 4.305,0 | 3.854,0 | 3.444,0 | 4.100,0 | 5.289,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE 05 - Lago Sul | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 72.138 | 66.344 | 61.600 | 75.250 | 41.066 | 45.488 | 48.144 | 40.508 | 40.600 | 38.150 | 41.444 | 61.170 |
| Tempo de bomba (h): | 412,0 | 379,0 | 352,0 | 430,0 | 225,0 | 257,0 | 275,0 | 228,0 | 232,0 | 218,0 | 234,0 | 349,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 6.838,70 | R\$ 10.825,00 | R\$ 8.168,19 | R\$ 8.339,16 | R\$ 8.675,36 | R\$ 7.297,63 | R\$ 6.902,99 | R\$ 6.646,35 | R\$ 6.742,50 | R\$ 6.427,52 | R\$ 6.793,91 | R\$ 7.252,90 |
| Potência consumida (kWh): | 36.735,0 | 39.148,0 | 28.583,0 | 30.073,0 | 33.600,0 | 25.728,0 | 22.967,0 | 21.996,0 | 20.683,0 | 18.664,0 | 17.964,0 | 21.868,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE 06 - Lago Sul | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 5.337 | 4.806 | 5.031 | 5.742 | 5.076 | 4.401 | 3.933 | 5.364 | 3.870 | 3.663 | 3.987 | 3.690 |
| Tempo de bomba (h): | 593,0 | 534,0 | 559,0 | 638,0 | 564,0 | 489,0 | 437,0 | 596,0 | 430,0 | 407,0 | 443,0 | 410,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 1.658,15 | R\$ 1.600,72 | R\$ 1.507,21 | R\$ 1.429,69 | R\$ 1.431,74 | R\$ 509,18 | R\$ 1.174,76 | R\$ 1.058,21 | R\$ 954,54 | R\$ 247,25 | R\$ 2.049,23 | R\$ 1.059,85 |
| Potência consumida (kWh): | 3.899,0 | 4.420,0 | 4.144,0 | 4.154,0 | 4.239,0 | 923,0 | 3.105,0 | 2.756,0 | 2.261,0 | 100,0 | 5.286,0 | 5.549,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE 08 - Lago Sul | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 174.668 | 244.614 | 193.359 | 211.703 | 153.112 | 140.532 | 132.261 | 117.678 | 101.872 | 98.599 | 113.529 | 145.392 |
| Tempo de bomba (h): | 463,0 | 476,0 | 426,0 | 505,0 | 303,0 | 296,0 | 351,0 | 330,0 | 290,0 | 259,0 | 303,0 | 395,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 6.282,00 | R\$ 6.384,88 | R\$ 5.418,77 | R\$ 6.473,88 | R\$ 5.128,30 | R\$ 5.129,38 | R\$ 4.798,07 | R\$ 4.101,62 | R\$ 4.192,78 | R\$ 4.479,66 | R\$ 4.479,66 | R\$ 5.474,39 |
| Potência consumida (kWh): | 19.475,0 | 27.470,0 | 20.705,0 | 26.855,0 | 20.090,0 | 19.680,0 | 17.630,0 | 17.220,0 | 15.785,0 | 13.735,0 | 14.555,0 | 18.655,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE 09 - Lago Sul | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 174.486 | 156.929 | 155.053 | 152.955 | 97.272 | 83.289 | 71.232 | 66.746 | 62.592 | 71.099 | 99.248 | 179.205 |
| Tempo de bomba (h): | 922,0 | 896,0 | 753,0 | 862,0 | 744,0 | 740,0 | 715,0 | 720,0 | 713,0 | 670,0 | 712,0 | 1.024,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 6.915,47 | R\$ 6.242,08 | R\$ 4.839,07 | R\$ 4.839,07 | R\$ 3.125,99 | R\$ 3.724,05 | R\$ 2.711,23 | R\$ 2.780,82 | R\$ 2.892,41 | R\$ 3.245,88 | R\$ 4.557,12 | R\$ 5.648,45 |
| Potência consumida (kWh): | 24.175,0 | 27.057,0 | 19.905,0 | 20.005,0 | 11.853,0 | 14.425,0 | 10.274,0 | 9.430,0 | 9.464,0 | 10.834,0 | 17.129,0 | 23.086,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE 1B - QL 24 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 10.111 | 7.868 | 6.643 | 11.194 | 3.826 | 4.083 | 4.663 | 4.910 | 3.848 | 3.060 | 5.128 | 8.168 |
| Tempo de bomba (h): | 289,0 | 219,0 | 181,0 | 317,0 | 108,0 | 116,0 | 130,0 | 139,0 | 109,0 | 86,0 | 149,0 | 230,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 270,73 | R\$ 271,86 | R\$ 137,53 | R\$ 244,48 | R\$ 113,30 | R\$ 126,25 | R\$ 102,23 | R\$ 146,50 | R\$ 111,32 | R\$ 100,44 | R\$ 134,99 | R\$ 150,38 |
| Potência consumida (kWh): | 775,0 | 820,0 | 388,0 | 752,0 | 314,0 | 359,0 | 277,0 | 428,0 | 291,0 | 258,0 | 340,0 | 407,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| EE Águas Claras | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 335.936 | 292.344 | 347.214 | 301.331 | 299.751 | 284.226 | 292.693 | 281.796 | 275.054 | 292.628 | 293.735 | 298.905 |
| Tempo de bomba (h): | 1.373,0 | 1.190,0 | 1.198,0 | 1.019,0 | 1.018,0 | 980,0 | 1.004,0 | 973,0 | 1.010,0 | 1.010,0 | 1.003,0 | 1.027,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 18.022,54 | R\$ 15.756,43 | R\$ 11.650,98 | R\$ 10.257,88 | R\$ 11.119,20 | R\$ 10.834,31 | R\$ 10.844,65 | R\$ 10.962,50 | R\$ 11.692,15 | R\$ 11.356,64 | R\$ 12.619,76 | R\$ 12.059,51 |
| Potência consumida (kWh): | 73.320,0 | 79.360,0 | 55.720,0 | 55.520,0 | 54.160,0 | 53.400,0 | 51.080,0 | 52.600,0 | 50.720,0 | 50.720,0 | 52.560,0 | 53.120,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE Estrutural 1 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 36.819 | 29.700 | 35.563 | 35.751 | 35.053 | 34.051 | 35.578 | 31.886 | 32.871 | 32.766 | 38.449 | 38.513 |
| Tempo de bomba (h): | 409,0 | 323,0 | 366,0 | 384,0 | 379,0 | 352,0 | 376,0 | 317,0 | 337,0 | 409,0 | 507,0 | 481,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 3.420,90 | R\$ 2.848,97 | R\$ 2.738,80 | R\$ 2.880,19 | R\$ 2.788,36 | R\$ 2.939,00 | R\$ 2.932,40 | R\$ 2.762,40 | R\$ 2.791,10 | R\$ 3.046,60 | R\$ 3.514,19 | R\$ 3.507,51 |
| Potência consumida (kWh): | 9.184,0 | 9.143,0 | 8.200,0 | 9.553,0 | 9.020,0 | 9.717,0 | 9.553,0 | 8.692,0 | 8.446,0 | 9.471,0 | 10.906,0 | 11.808,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE Estrutural 2 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 30.029 | 22.300 | 24.781 | 25.322 | 24.684 | 23.369 | 23.041 | 22.584 | 24.591 | 26.638 | 36.774 | 29.687 |
| Tempo de bomba (h): | 731,0 | 487,0 | 598,0 | 584,0 | 518,0 | 492,0 | 491,0 | 525,0 | 544,0 | 605,0 | 681,0 | 713,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 3.514,57 | R\$ 2.637,66 | R\$ 2.570,37 | R\$ 2.677,97 | R\$ 2.388,68 | R\$ 2.242,23 | R\$ 2.483,00 | R\$ 2.438,40 | R\$ 2.888,16 | R\$ 2.609,40 | R\$ 3.119,23 | R\$ 3.340,01 |
| Potência consumida (kWh): | 11.070,0 | 9.594,0 | 8.692,0 | 9.963,0 | 8.405,0 | 9.102,0 | 8.323,0 | 8.200,0 | 9.676,0 | 8.733,0 | 10.250,0 | 12.423,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE ETE Sul | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 1.647.109 | 1.392.425 | 1.527.689 | 1.565.751 | 1.625.665 | 1.503.795 | 1.153.298 | 1.384.688 | 1.224.301 | 1.659.722 | 1.920.989 | 1.494.663 |
| Tempo de bomba (h): | 2.413,0 | 1.823,0 | 2.104,0 | 1.902,0 | 2.029,0 | 1.896,0 | 1.846,0 | 1.759,0 | 1.795,0 | 1.786,0 | 1.707,0 | 1.939,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 40.359,03 | R\$ 29.388,71 | R\$ 20.772,87 | R\$ 24.785,33 | R\$ 26.487,74 | R\$ 24.783,82 | R\$ 21.058,00 | R\$ 23.029,83 | R\$ 24.027,89 | R\$ 25.141,85 | R\$ 24.876,75 | R\$ 27.502,58 |
| Potência consumida (kWh): | 159.668,0 | 120.846,0 | 139.336,0 | 126.044,0 | 134.401,0 | 125.650,0 | 122.360,0 | 116.635,0 | 119.004,0 | 118.412,0 | 113.213,0 | 128.479,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE Guará Oeste | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 10.800 | 10.980 | 12.840 | 12.480 | 11.940 | 12.180 | 12.060 | 13.500 | 12.660 | 13.440 | 13.500 | 12.180 |
| Tempo de bomba (h): | 180,0 | 183,0 | 214,0 | 208,0 | 199,0 | 203,0 | 201,0 | 225,0 | 211,0 | 224,0 | 225,0 | 203,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 693,84 | R\$ 597,83 | R\$ 683,10 | R\$ 612,67 | R\$ 655,54 | R\$ 681,59 | R\$ 623,12 | R\$ 646,49 | R\$ 724,45 | R\$ 673,16 | R\$ 756,68 | R\$ 744,40 |
| Potência consumida (kWh): | 1.624,0 | 1.527,0 | 1.843,0 | 1.651,0 | 1.780,0 | 1.878,0 | 1.670,0 | 1.769,0 | 1.950,0 | 1.746,0 | 1.864,0 | 1.934,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE Metropolitana | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 24.682 | 18.005 | 19.198 | 9.690 | 8.528 | 7.143 | 7.966 | 7.967 | 7.462 | 7.865 | 9.195 | 11.966 |
| Tempo de bomba (h): | | | | | | | | | | | | |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 145,64 | R\$ 136,59 | R\$ 58,97 | R\$ 58,17 | R\$ 55,82 | R\$ 58,40 | R\$ 58,63 | R\$ 58,29 | R\$ 59,25 | R\$ 60,09 | R\$ 62,06 | R\$ 60,60 |
| Potência consumida (kWh): | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE Parque Águas Claras | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 376.006 | 308.703 | 433.976 | 292.241 | 287.489 | 283.041 | 281.883 | 312.102 | 308.231 | 324.708 | 307.017 | 328.788 |
| Tempo de bomba (h): | 842,0 | 617,0 | 849,0 | 709,0 | 554,0 | 496,0 | 455,0 | 500,0 | 501,0 | 596,0 | 770,0 | 544,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 56.576,11 | R\$ 33.586,26 | R\$ 34.319,68 | R\$ 34.063,87 | R\$ 28.968,67 | R\$ 26.668,57 | R\$ 23.978,14 | R\$ 25.546,87 | R\$ 28.785,82 | R\$ 30.741,96 | R\$ 38.555,04 | R\$ 37.825,71 |
| Potência consumida (kWh): | 214.360,0 | 139.816,0 | 155.166,0 | 164.948,0 | 133.821,0 | 122.405,0 | 106.640,0 | 115.190,0 | 124.299,0 | 128.566,0 | 152.916,0 | 157.949,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EE Pier 21 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 6.917 | 6.373 | 7.137 | 6.743 | 6.866 | 6.874 | 6.618 | 6.790 | 6.636 | 6.312 | 6.930 | 6.799 |
| Tempo de bomba (h): | 507,0 | 507,0 | 411,0 | 358,0 | 365,0 | 386,0 | 394,0 | 379,0 | 409,0 | 433,0 | 440,0 | 473,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 1.248,49 | R\$ 1.155,86 | R\$ 1.137,48 | R\$ 956,75 | R\$ 1.802,70 | R\$ 946,08 | R\$ 913,05 | R\$ 983,05 | R\$ 956,20 | R\$ 977,76 | R\$ 1.187,61 | R\$ 1.126,97 |
| Potência consumida (kWh): | 3.174,0 | 2.972,0 | 3.131,0 | 2.602,0 | 2.400,0 | 2.564,0 | 2.434,0 | 2.698,0 | 2.524,0 | 2.519,0 | 2.949,0 | 2.933,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE QE 18 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 55.142 | 51.666 | 50.876 | 49.928 | 48.190 | 45.188 | 45.346 | 45.188 | 44.872 | 52.456 | 45.188 | 37.920 |
| Tempo de bomba (h): | 349,0 | 327,0 | 322,0 | 316,0 | 305,0 | 286,0 | 287,0 | 286,0 | 284,0 | 332,0 | 286,0 | 240,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 2.741,33 | R\$ 2.322,84 | R\$ 2.514,81 | R\$ 2.404,50 | R\$ 2.566,54 | R\$ 2.326,70 | R\$ 2.231,40 | R\$ 2.422,63 | R\$ 2.384,46 | R\$ 2.238,67 | R\$ 2.606,75 | R\$ 2.340,43 |
| Potência consumida (kWh): | 7.410,0 | 5.569,0 | 6.224,0 | 6.022,0 | 6.489,0 | 5.816,0 | 5.392,0 | 6.074,0 | 5.654,0 | 5.387,0 | 6.072,0 | 5.604,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE QE 46 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 5.543 | 4.933 | 5.761 | 5.546 | 5.206 | 4.962 | 4.985 | 4.964 | 4.862 | 52.456 | 5.474 | 6.005 |
| Tempo de bomba (h): | 214,0 | 186,0 | 229,0 | 226,0 | 221,0 | 213,0 | 224,0 | 239,0 | 285,0 | 332,0 | 260,0 | 326,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 532,68 | R\$ 613,65 | R\$ 571,43 | R\$ 577,03 | R\$ 539,50 | R\$ 604,86 | R\$ 533,10 | R\$ 529,21 | R\$ 595,41 | R\$ 660,18 | R\$ 632,08 | R\$ 583,59 |
| Potência consumida (kWh): | 1.328,0 | 1.427,0 | 1.293,0 | 1.341,0 | 1.266,0 | 1.432,0 | 1.184,0 | 1.186,0 | 1.317,0 | 5.387,0 | 1.334,0 | 1.262,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE TST | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 2.845 | 2.977 | 3.680 | 3.580 | 3.346 | 3.144 | 2.603 | 3.754 | 3.335 | 4.378 | 4.354 | 3.131 |
| Tempo de bomba (h): | 88,0 | 93,0 | 117,0 | 110,0 | 96,0 | 91,0 | 76,0 | 141,0 | 115,0 | 175,0 | 152,0 | 103,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 120,62 | R\$ 102,91 | R\$ 129,07 | R\$ 133,37 | R\$ 135,40 | R\$ 122,99 | R\$ 106,73 | R\$ 112,00 | R\$ 139,77 | R\$ 141,59 | R\$ 195,01 | R\$ 187,95 |
| Potência consumida (kWh): | 320,0 | 272,0 | 341,0 | 363,0 | 367,0 | 328,0 | 272,0 | 293,0 | 373,0 | 368,0 | 497,0 | 504,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE UAR10 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 2.690 | 3.015 | 3.305 | 3.260 | 2.800 | 3.080 | 2.340 | 2.110 | 1.720 | 1.200 | 1.345 | 1.680 |
| Tempo de bomba (h): | 538,0 | 603,0 | 661,0 | 652,0 | 560,0 | 616,0 | 468,0 | 422,0 | 344,0 | 240,0 | 269,0 | 336,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 351,59 | R\$ 402,87 | R\$ 71,72 | R\$ 63,50 | R\$ 71,32 | R\$ 71,14 | R\$ 71,37 | R\$ 71,03 | R\$ 402,79 | R\$ 124,85 | R\$ 212,67 | R\$ 246,00 |
| Potência consumida (kWh): | 1.010,0 | 1.162,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 1.125,0 | 257,0 | 494,0 | 625,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE UAR12 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 5.095 | 3.890 | 5.665 | 6.575 | 7.005 | 7.050 | 5.715 | 6.470 | 5.290 | 4.525 | 5.970 | 6.965 |
| Tempo de bomba (h): | 1.019,0 | 778,0 | 1.133,0 | 1.315,0 | 1.401,0 | 1.401,0 | 1.143,0 | 1.294,0 | 1.058,0 | 905,0 | 1.194,0 | 1.393,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 137,08 | R\$ 30,89 | R\$ 154,81 | R\$ 414,52 | R\$ 428,82 | R\$ 471,67 | R\$ 364,07 | R\$ 380,55 | R\$ 393,77 | R\$ 312,09 | R\$ 410,73 | R\$ 420,58 |
| Potência consumida (kWh): | 100,0 | 100,0 | 497,0 | 1.382,0 | 1.414,0 | 1.559,0 | 1.192,0 | 1.262,0 | 1.225,0 | 974,0 | 1.189,0 | 1.288,0 |
| Qtde extravasamento: | | | | | | | | | | | | |
| EE2 - QL 22 | | | | | | | | | | | | |
| Volume de recalque (m³): | 66.404 | 61.906 | 56.239 | 69.132 | 50.684 | 46.159 | 45.640 | 44.437 | 39.035 | 36.742 | 43.345 | 57.880 |
| Tempo de bomba (h): | 241,0 | 236,0 | 201,0 | 251,0 | 172,0 | 155,0 | 161,0 | 160,0 | 137,0 | 130,0 | 161,0 | 221,0 |
| Custo de Energia (R\$) | R\$ 2.734,13 | R\$ 2.903,50 | R\$ 2.356,26 | R\$ 2.687,76 | R\$ 2.300,82 | R\$ 2.215,26 | R\$ 2.182,96 | R\$ 2.227,77 | R\$ 2.264,71 | R\$ 2.122,75 | R\$ 2.253,60 | R\$ 3.445,43 |
| Potência consumida (kWh): | 6.068,0 | 9.389,0 | 6.191,0 | 8.487,0 | 6.027,0 | 5.576,0 | 5.289,0 | 5.699,0 | 5.166,0 | 4.510,0 | 5.043,0 | 6.683,0 |

ANEXO C - Consumo produto químico de 2012 a 2016

Tabela Consulta - Massas (kg)

| Ano | Data e Hora da Operação (Mês) | Unidade Operacional | Sulfato Alumínio | Polieletrólito Aniônico | PoliCatiónico Total | Polieletrólito Catiónico Centrífuga | Polieletrólito Catiónico Prensa | Cal | Hidroxido Sodio | Hipoclorito Sodio |
|------|-------------------------------|---------------------|------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| 2012 | jan | ETE Sul | 421.740 | 2.330 | | 5.800 | 1.250 | 8.855 | | |
| | | Total | 421.740 | 2.330 | | 5.800 | 1.250 | 8.855 | | |
| | fev | ETE Sul | 396.767 | 2.021 | | 5.000 | 990 | 7.180 | | |
| | | Total | 396.767 | 2.021 | | 5.000 | 990 | 7.180 | | |
| | mar | ETE Sul | 436.320 | 2.055 | | 6.200 | 950 | 7.125 | | |
| | | Total | 436.320 | 2.055 | | 6.200 | 950 | 7.125 | | |
| | abr | ETE Sul | 418.838 | 2.376 | | 5.325 | 1.565 | 3.882 | | |
| | | Total | 418.838 | 2.376 | | 5.325 | 1.565 | 3.882 | | |
| | mai | ETE Sul | 288.225 | 2.649 | | 5.750 | 1.270 | 0 | | |
| | | Total | 288.225 | 2.649 | | 5.750 | 1.270 | 0 | | |
| | jun | ETE Sul | 416.070 | 2.291 | | 7.075 | 990 | 0 | | |
| | | Total | 416.070 | 2.291 | | 7.075 | 990 | 0 | | |
| | jul | ETE Sul | 412.763 | 2.526 | | 8.550 | 1.380 | 420 | | |
| | | Total | 412.763 | 2.526 | | 8.550 | 1.380 | 420 | | |
| | ago | ETE Sul | 461.930 | 2.342 | | 9.600 | 1.495 | 8.540 | | |
| | | Total | 461.930 | 2.342 | | 9.600 | 1.495 | 8.540 | | |
| | set | ETE Sul | 458.327 | 2.488 | | 9.525 | 1.370 | 6.860 | | |
| | | Total | 458.327 | 2.488 | | 9.525 | 1.370 | 6.860 | | |
| | out | ETE Sul | 459.675 | 3.095 | | 9.300 | 1.415 | 9.020 | | |
| | | Total | 459.675 | 3.095 | | 9.300 | 1.415 | 9.020 | | |
| | nov | ETE Sul | 437.225 | 3.519 | | 7.085 | 1.825 | 8.400 | | |
| | | Total | 437.225 | 3.519 | | 7.085 | 1.825 | 8.400 | | |
| | dez | ETE Sul | 404.114 | 3.140 | | 10.175 | 1.550 | 8.520 | | |
| | | Total | 404.114 | 3.140 | | 10.175 | 1.550 | 8.520 | | |
| | Total | | 5.011.994 | 30.832 | | 89.385 | 16.050 | 68.802 | | |
| 2013 | jan | ETE Sul | 439.021 | 3.185 | | 6.925 | 550 | 8.100 | | |
| | | Total | 439.021 | 3.185 | | 6.925 | 550 | 8.100 | | |
| | fev | ETE Sul | 373.005 | 2.725 | | 6.725 | | 7.340 | | |
| | | Total | 373.005 | 2.725 | | 6.725 | | 7.340 | | |
| | mar | ETE Sul | 398.588 | 2.427 | | 7.350 | | 8.300 | | |
| | | Total | 398.588 | 2.427 | | 7.350 | | 8.300 | | |
| | abr | ETE Sul | 397.846 | 2.512 | | 11.000 | | 8.180 | | |
| | | Total | 397.846 | 2.512 | | 11.000 | | 8.180 | | |
| | mai | ETE Sul | 263.250 | 1.791 | | 5.885 | 1.275 | 5.690 | | |
| | | Total | 263.250 | 1.791 | | 5.885 | 1.275 | 5.690 | | |
| | jun | ETE Sul | 359.775 | 2.485 | | 12.075 | | 7.960 | | |
| | | Total | 359.775 | 2.485 | | 12.075 | | 7.960 | | |
| | jul | ETE Sul | 341.550 | 2.624 | | 13.495 | | 8.430 | | |
| | | Total | 341.550 | 2.624 | | 13.495 | | 8.430 | | |
| | ago | ETE Sul | 380.295 | 2.894 | | 11.857 | | 8.920 | | |
| | | Total | 380.295 | 2.894 | | 11.857 | | 8.920 | | |
| | set | ETE Sul | 439.425 | 2.872 | | 13.075 | | 9.008 | | |
| | | Total | 439.425 | 2.872 | | 13.075 | | 9.008 | | |
| | out | ETE Sul | 468.450 | 3.061 | | 13.150 | | 8.780 | | |
| | | Total | 468.450 | 3.061 | | 13.150 | | 8.780 | | |
| | nov | ETE Sul | 396.225 | 2.827 | | 11.525 | | 8.400 | | |
| | | Total | 396.225 | 2.827 | | 11.525 | | 8.400 | | |

| | | | | | | | | | | |
|------|--------------|--------------|------------------|---------------|--|----------------|--------------|----------------|--|--|
| | dez | ETE Sul | 353.430 | 3.200 | | 12.200 | | 8.880 | | |
| | | Total | 353.430 | 3.200 | | 12.200 | | 8.880 | | |
| 2014 | | Total | 4.610.860 | 32.603 | | 125.262 | 1.825 | 97.988 | | |
| | jan | ETE Sul | 357.075 | 3.211 | | 12.720 | 1.600 | 9.020 | | |
| | | Total | 357.075 | 3.211 | | 12.720 | 1.600 | 9.020 | | |
| | fev | ETE Sul | 344.385 | 3.111 | | 12.150 | | 11.960 | | |
| | | Total | 344.385 | 3.111 | | 12.150 | | 11.960 | | |
| | mar | ETE Sul | 363.825 | 2.950 | | 17.950 | | 13.600 | | |
| | | Total | 363.825 | 2.950 | | 17.950 | | 13.600 | | |
| | abr | ETE Sul | 400.275 | 2.763 | | 12.475 | | 11.940 | | |
| | | Total | 400.275 | 2.763 | | 12.475 | | 11.940 | | |
| | mai | ETE Sul | 226.800 | 1.875 | | 9.175 | | 6.560 | | |
| | | Total | 226.800 | 1.875 | | 9.175 | | 6.560 | | |
| | jun | ETE Sul | 329.933 | 2.500 | | 8.773 | | 8.940 | | |
| | | Total | 329.933 | 2.500 | | 8.773 | | 8.940 | | |
| | jul | ETE Sul | 291.700 | 2.450 | | 15.110 | 575 | 8.840 | | |
| | | Total | 291.700 | 2.450 | | 15.110 | 575 | 8.840 | | |
| | ago | ETE Sul | 506.655 | 3.000 | | 15.854 | | 11.340 | | |
| | | Total | 506.655 | 3.000 | | 15.854 | | 11.340 | | |
| | set | ETE Sul | 446.209 | 2.925 | | 13.425 | | 9.000 | | |
| | | Total | 446.209 | 2.925 | | 13.425 | | 9.000 | | |
| | out | ETE Sul | 436.050 | 3.225 | | 10.500 | | 6.900 | | |
| | | Total | 436.050 | 3.225 | | 10.500 | | 6.900 | | |
| | nov | ETE Sul | 359.000 | 3.425 | | 17.450 | | 18.020 | | |
| | | Total | 359.000 | 3.425 | | 17.450 | | 18.020 | | |
| | dez | ETE Sul | 431.325 | 3.400 | | 15.440 | | 14.305 | | |
| | | Total | 431.325 | 3.400 | | 15.440 | | 14.305 | | |
| | Total | | 4.493.232 | 34.835 | | 161.022 | 2.175 | 130.425 | | |
| 2015 | jan | ETE Sul | 428.055 | 3.175 | | 16.435 | | 12.760 | | |
| | | Total | 428.055 | 3.175 | | 16.435 | | 12.760 | | |
| | fev | ETE Sul | 325.350 | 3.247 | | 13.375 | | 13.020 | | |
| | | Total | 325.350 | 3.247 | | 13.375 | | 13.020 | | |
| | mar | ETE Sul | 415.800 | 3.702 | | 12.255 | | 12.360 | | |
| | | Total | 415.800 | 3.702 | | 12.255 | | 12.360 | | |
| | abr | ETE Sul | 403.920 | 3.200 | | 12.485 | | 10.980 | | |
| | | Total | 403.920 | 3.200 | | 12.485 | | 10.980 | | |
| | mai | ETE Sul | 383.400 | 3.525 | | 12.475 | | 10.190 | | |
| | | Total | 383.400 | 3.525 | | 12.475 | | 10.190 | | |
| | jun | ETE Sul | 354.240 | 3.450 | | 12.925 | | 10.860 | | |
| | | Total | 354.240 | 3.450 | | 12.925 | | 10.860 | | |
| | jul | ETE Sul | 408.375 | 3.400 | | 12.325 | | 9.800 | | |
| | | Total | 408.375 | 3.400 | | 12.325 | | 9.800 | | |
| | ago | ETE Sul | 307.000 | 3.200 | | 13.540 | | 10.110 | | |
| | | Total | 307.000 | 3.200 | | 13.540 | | 10.110 | | |
| | set | ETE Sul | 420.863 | 3.450 | | 14.975 | | 10.220 | | |
| | | Total | 420.863 | 3.450 | | 14.975 | | 10.220 | | |
| | out | ETE Sul | 467.775 | 3.475 | | 12.700 | | 8.300 | | |
| | | Total | 467.775 | 3.475 | | 12.700 | | 8.300 | | |
| | nov | ETE Sul | 391.500 | 3.450 | | 13.200 | | 9.210 | | |
| | | Total | 391.500 | 3.450 | | 13.200 | | 9.210 | | |
| | dez | ETE Sul | 334.125 | 3.650 | | 13.000 | | 9.020 | | |
| | | Total | 334.125 | 3.650 | | 13.000 | | 9.020 | | |
| | Total | | 4.640.403 | 40.924 | | 159.690 | | 126.830 | | |

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|-------------------|----------------|--|----------------|---------------|----------------|--------------|---------------|
| 2016 | jan | ETE Sul | 304.425 | 3.175 | | 8.800 | | 6.340 | | |
| | | Total | 304.425 | 3.175 | | 8.800 | | 6.340 | | |
| | fev | ETE Sul | 305.100 | 2.850 | | 7.875 | | 3.280 | | |
| | | Total | 305.100 | 2.850 | | 7.875 | | 3.280 | | |
| | mar | ETE Sul | 330.684 | 3.175 | | 8.675 | | 2.230 | | |
| | | Total | 330.684 | 3.175 | | 8.675 | | 2.230 | | |
| | abr | ETE Sul | 382.050 | 2.975 | | 8.400 | | 2.960 | | |
| | | Total | 382.050 | 2.975 | | 8.400 | | 2.960 | | |
| | mai | ETE Sul | 358.467 | 3.175 | | 8.306 | | 3.281 | | |
| | | Total | 358.467 | 3.175 | | 8.306 | | 3.281 | | |
| | jun | ETE Sul | 358.467 | 3.175 | | 8.306 | | 3.281 | | |
| | | Total | 358.467 | 3.175 | | 8.306 | | 3.281 | | |
| | jul | ETE Sul | 358.467 | 3.175 | | 8.306 | | 3.281 | | |
| | | Total | 358.467 | 3.175 | | 8.306 | | 3.281 | | |
| | ago | ETE Sul | 358.468 | 1.350 | | 9.160 | | 5.323 | | |
| | | Total | 358.468 | 1.350 | | 9.160 | | 5.323 | | |
| | set | ETE Sul | 466.766 | 2.900 | | 7.175 | | 6.340 | 210 | 4.200 |
| | | Total | 466.766 | 2.900 | | 7.175 | | 6.340 | 210 | 4.200 |
| | out | ETE Sul | 393.526 | 3.325 | | 9.778 | | 1.900 | 570 | 4.560 |
| | | Total | 393.526 | 3.325 | | 9.778 | | 1.900 | 570 | 4.560 |
| | nov | ETE Sul | 397.915 | 3.725 | | 8.648 | | 1.060 | 0 | 3.000 |
| | | Total | 397.915 | 3.725 | | 8.648 | | 1.060 | 0 | 3.000 |
| | dez | ETE Sul | 399.263 | 3.275 | | 7.095 | | 2.080 | 705 | 4.380 |
| | | Total | 399.263 | 3.275 | | 7.095 | | 2.080 | 705 | 4.380 |
| | Total | | 4.413.598 | 36.275 | | 100.524 | | 41.356 | 1.485 | 16.140 |
| 2017 | jan | ETE Sul | 440.775 | 2.825 | | 8.150 | 140 | 2.460 | 225 | 3.300 |
| | | Total | 440.775 | 2.825 | | 8.150 | 140 | 2.460 | 225 | 3.300 |
| | fev | ETE Sul | 511.650 | 3.075 | | 7.170 | | 1.600 | 345 | 3.900 |
| | | Total | 511.650 | 3.075 | | 7.170 | | 1.600 | 345 | 3.900 |
| | mar | ETE Sul | 499.200 | 3.275 | | 8.000 | | 4.080 | 420 | 3.050 |
| | | Total | 499.200 | 3.275 | | 8.000 | | 4.080 | 420 | 3.050 |
| | abr | ETE Sul | 365.593 | 3.825 | | 8.175 | | 540 | 465 | 4.674 |
| | | Total | 365.593 | 3.825 | | 8.175 | | 540 | 465 | 4.674 |
| | mai | ETE Sul | 350.480 | 4.125 | | 7.375 | | 1.300 | 390 | 3.300 |
| | | Total | 350.480 | 4.125 | | 7.375 | | 1.300 | 390 | 3.300 |
| | jun | ETE Sul | 264.875 | 3.825 | | 7.200 | | 820 | 360 | 3.840 |
| | | Total | 264.875 | 3.825 | | 7.200 | | 820 | 360 | 3.840 |
| | jul | ETE Sul | 319.150 | 3.675 | | 8.625 | 200 | 2.020 | 265 | 2.760 |
| | | Total | 319.150 | 3.675 | | 8.625 | 200 | 2.020 | 265 | 2.760 |
| | ago | ETE Sul | 314.275 | 3.150 | | 3.150 | | 1.020 | 345 | 3.540 |
| | | Total | 314.275 | 3.150 | | 3.150 | | 1.020 | 345 | 3.540 |
| | set | ETE Sul | 381.550 | 3.800 | | 3.675 | | 25.265 | 270 | 3.480 |
| | | Total | 381.550 | 3.800 | | 3.675 | | 25.265 | 270 | 3.480 |
| | out | ETE Sul | 425.100 | 4.275 | | 9.575 | | 18.999 | 225 | 2.220 |
| | | Total | 425.100 | 4.275 | | 9.575 | | 18.999 | 225 | 2.220 |
| | nov | ETE Sul | 413.725 | 3.350 | | 6.550 | | 18.041 | 1.155 | 3.120 |
| | | Total | 413.725 | 3.350 | | 6.550 | | 18.041 | 1.155 | 3.120 |
| | dez | ETE Sul | 343.200 | 3.075 | | 9.375 | | 20.451 | 450 | 1.524 |
| | | Total | 343.200 | 3.075 | | 9.375 | | 20.451 | 450 | 1.524 |
| | Total | | 4.629.573 | 42.275 | | 87.020 | 340 | 96.596 | 4.915 | 38.708 |
| Total | | | 27.799.660 | 217.744 | | 722.903 | 20.390 | 561.997 | 6.400 | 54.848 |

